Aus dem Pathologischen Institut der tierärztlichen Fakultät
der Kgl. Universität München. Direktor: Prof. Dr. Th. Kitt.

Die desinfektorische Wirkung des Lichtes auf Mastitisstreptokokken, Rauschbrand, Tetanus und Botulinus.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER
VETERINÄR-MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE
DER
TIERÄRZTLICHEN FAKULTÄT DER KGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN
VORGELEGT VON

JOSEF ANTON FROMMELD
AUS BACKNANG.

Sonderabdruck aus „Monatshefte für praktische Tierheilkunde“ XXVIII. Band.

STUTTGART.
DRUCK DER UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT.
1917.

Aus dem Pathologischen Institut der tierärztlichen Fakultät
der Kgl. Universität München. Direktor: Prof. Dr. Th. Kitt.

Die desinfektorische Wirkung des Lichtes auf Mastitisstreptokokken, Rauschbrand, Tetanus und Botulinus.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER
VETERINÄR-MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE
DER
TIERÄRZTLICHEN FAKULTÄT DER KGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN
VORGELEGT VON

JOSEF ANTON FROMMELD
AUS BACKNANG.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Sonderabdruck aus „Monatshefte für praktische Tierheilkunde“ XXVIII. Band.

STUTTGART.
DRUCK DER UNION DEUTSCHE VERLAGSGESELLSCHAFT.
1917.

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München.
Referent: Prof. Dr. Th. Kitt.

Meinen lieben Eltern.

Einleitung.

Bei der Ubiquität der Mikroorganismen, besonders auch mancher pathogenen, müßte der menschliche bzw. tierische Organismus in Bälde diesen Lebewesen erliegen, wenn ihm nicht die Natur im Kampf mit diesen Feinden zu Hilfe käme. Es ist bekannt, daß sich Krankheitserreger am besten in dunklen Räumen halten, während sie bei Zutritt von Luft und Licht rasch unterliegen. Die ersten, welche auf diese Angelegenheit aufmerksam machten, waren Downes und Blunt. Seitdem haben zahlreiche Forscher sich mit der desinfektorischen Wirkung des Lichtes beschäftigt und versucht, sie in allen ihren Erscheinungsweisen aufzuklären. Dabei zeigte es sich, daß das Zustandekommen dieser Wirkung an verschiedene Bedingungen geknüpft ist, unter welchen in erster Linie die Lichtintensität zu nennen wäre. Durch die Einwirkung des direkten Sonnenlichtes kommt schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit unter bestimmten Bedingungen eine Hemmung der Bakterien in ihrer Entwicklung zustande, die bei längerer Einwirkung in eine Abschwächung, ja sogar Abtötung (Kruse, Neumark) übergehen kann, eine Wirkung, zu deren Hervorbringung das diffuse Tageslicht eine viel längere Zeit benötigt. Diese bakterizide Wirkung wird bei Gegenwart von Sauerstoff noch beschleunigt und tritt in größerer Höhe sowie in den Monaten März bis August stärker hervor; denn einerseits ist das Licht um so intensiver, je höher ein Ort über dem Meeresniveau und je reiner und trockener die Atmosphäre (Treskinskaja), andererseits ist das Sonnenlicht in diesen Monaten am reichsten an den kurzwelligen blauen, violetten und ultravioletten Strahlen (Jaeger). Gerade die letzteren sind es, welche am stärksten mikrobizid wirken, doch zeigen

auch die ultraroten, roten und gelben Strahlen bakterizide Wirkung, wenn auch verschwindend geringe gegen die kurzwelligen aktinischen Strahlen (Thiele und Wolf, Bie, Hertel, Gardenghi, Cernovodeanu und Baloni). Wie freilich diese Wirkung zustande kommt, ob durch den Einfluß des in einigen Nährböden wie Agar und Gelatine bei Luftzutritt unter der Einwirkung des Lichtes sich bildenden Wasserstoffsuperoxyds (Dieudonné), ob durch die Entstehung organischer Peroxyde (Novy und Freer), durch Reduktionswirkung (Hertel) u. dgl. oder durch die direkte Einwirkung des Lichtes auf das Bakterienprotoplasma (Dieudonné und Wiesner), darüber liegen noch keine sicheren Ergebnisse vor. Auch haben die zahlreichen Untersuchungen über die Bestrahlung von bakterienhaltigem Material mit farbigem Licht zum Zwecke der Sterilisation, wie sie gemacht wurden von Bertarelli, Henri und Stodel u. a., praktische Erfolge nicht erzielt. Um so höheres Interesse haben die natürlichen Vorgänge der Sonnenbestrahlung für die Frage der Desinfektion in der freien Natur speziell bei ansteckenden Tierkrankheiten bzw. für das auf Höfen, Weiden u. dgl. zustande kommende Absterben von Infektionserregern, da eine künstliche chemische Desinfektion derartiger Terrains und der Erdoberfläche geradezu unmöglich ist und so es der Natur überlassen sein muß, hier die Ansteckungsstoffe zu vernichten, soweit dies nicht durch Abgraben der oberen Erdschicht und Trockenlegung sich erreichen läßt. Unbewußt der bakterientötenden Wirkung, aber doch der Kraft der Sonne zur Reinigung von Gegenständen sich bedienend, pflegt der Mensch seit alters Gegenstände des Gebrauchs in die Sonne zu stellen, und legen die Hausfrauen die Wäsche zum Bleichen in die Sonne. Daß hierbei auf das Austrocknen durch die wärmenden Strahlen gerechnet wird, und man sich denken kann, daß hierdurch schon Bakterien vernichtet werden, darüber kann die Berührung eines von der Sonne beschienenen Fensterbleches den Gedanken geben, dessen außerordentliche Erhitzung in der Sonne die an seiner Oberfläche haftenden Keime vernichten mag. Auch ist die relative Keimarmut der von der Sonne beschienenen Seegewässer, die Selbstreinigung des Wassers von Ansteckungsstoffen nicht bloß auf bakterienverspeisende Kleinlebewesen, sondern wohl auch auf den penetrierenden Lichteinfluß zurückzuführen (Buchner).

Es liegen über diese Verhältnisse der Lichtdesinfektion

teils Spezialarbeiten, teils gelegentliche kleinere Notizen in verschiedenartigen Abhandlungen vor.

Literatur.

Die ersten Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf Mikroben wurden von Downes und Blunt im Jahre 1877 ausgeführt. Wie alle Forscher bis zum Jahre 1885, prüften sie nur die Wirkung des Lichtes auf Mikroben überhaupt, nicht aber auf eine bestimmte Art derselben. Zu ihren Versuchen benutzten sie hauptsächlich nicht pathogene Bakterien in verschiedenen flüssigen Nährmedien. Sie fanden, daß diffuses Tageslicht das Wachstum der Mikroben verlangsamt und direktes Sonnenlicht dasselbe vollständig hemmt. In der folgenden Arbeit, welche ein Jahr später erschien, machten Downes und Blunt Mitteilung von der Wirkung verschiedener farbiger Strahlen. Indem sie Reagenzgläser mit dem Nährmedium (Pasteur'scher Lösung) in Kästchen aus verschiedenfarbigem Glase stellten und dieselben der Einwirkung des Sonnenlichtes aussetzten, entdeckten sie, daß zwar alle Bestandteile des Spektrums das Wachstum der Bakterien hemmen, diese ungünstige Wirkung jedoch hauptsächlich von den blauen und violetten Strahlen ausgeht, den roten und orangeroten Strahlen aber nur in sehr geringem Grade innewohnt. Was das Wesen dieser Wirkung betrifft, so vermuten Downes und Blunt, daß es nicht in den chemischen Veränderungen des Nährbodens unter dem Einflusse des Lichtes besteht, sondern in der aktiven Einwirkung des Sauerstoffs unter dem Einflusse des Lichtes auf das Bakterienprotoplasma.

Tyndall kam jedoch zu anderen Ergebnissen als Downes und Blunt. Er konnte nur bemerken, daß die Sonnenstrahlen zwar eine Hemmung der Entwicklung der Bakterien bewerkstelligen, nicht aber imstande sind, dieselben zu vernichten.

Diesen Unterschied in den Angaben Downes und Blunts mit den Angaben Tyndalls erklärt James Jamieson nur durch den Einfluß der Temperatur. Er entdeckte nämlich, daß eine Exposition in direktes Sonnenlicht nicht zerstörend auf Bakterien und deren Keime wirkt, wenn dieselben vor gleichzeitiger tödlich wirkender Temperaturerhöhung geschützt werden. Bei seinen Versuchen bemerkte er, daß die Temperatur der Cohnschen Flüssigkeit, welche er der Insolation aussetzte, zuweilen 51° C und mehr erreichte, welche Temperatur schon tötend auf einige Bakterien wirkt.

Darauf erwiderten Downes und Blunt, daß, wenn dies auch bezüglich mancher Arten richtig sei, doch andere Mikroben, besonders deren Sporen, die Wirkung einer bedeutend höheren Temperatur ertragen.

Hierher zählen auch die Versuche Pasteurs, welcher bei seiner bedeutenden Entdeckung über die Abschwächung der Hühnercholerabakterien fand, daß dieselben bei mehrmonatlicher Aufbewahrung im Licht bei Luftzutritt unter Wattefilter nach und nach ihre Virulenz vollkommen einbüssen, während die im Dunklen gehaltenen Kulturen virulent bleiben.

E. Duclaux war der erste, welcher sich mit Reinkulturen bestimmter, ihm wohlbekannter Bakterien beschäftigte. Seine Versuche verfolgten den Zweck, in Erfahrung zu bringen, ob die Sonne einen verderblichen Einfluß auf die Bakterien ausübt. Er benützte den Ferment-

bazillus Tyrothrix Scaber im Stadium der Sporenbildung, sowie die Sporen von T. filiformis und T. geniculatus und fand, daß die Dauerformen dem Einflusse des Lichtes im allgemeinen besser widerstehen als die Vegetationsformen, der Grad der Widerstandsfähigkeit dieser Gebilde je nach der Spezies variiere — innerhalb einer Spezies aber je nach der Natur des Nährbodens und der Intensität des Lichtes. Nach dieser Arbeit erschien etwa 7 Monate später eine neue Untersuchung Duclauxs über den Einfluß des Sonnenlichtes auf Kokken, in welcher er zu dem Schlusse kommt, daß die Kokken leichter der verderblichen Wirkung der Sonne erliegen als Bazillen, und zwar im trockenen Material in höherem Grade als in einer Nährflüssigkeit.

Nach Zschokke werden die Mastitisstreptokokken in angesetzten Kulturen durch Sonnenlicht in wenigen Stunden vernichtet.

Sven Wall fand die Mastitisstreptokokken sehr empfindlich dem Lichte gegenüber, da gewöhnliches Tageslicht Kulturen schon an einem Tage abzutöten imstande war.

Fast gleichzeitig mit dem Erscheinen der ersten Arbeit Duclauxs veröffentlichte Arloing seinen Befund über die Wirkung des Lichtes auf den Milzbrandbazillus. Arloing war demnach der erste, welcher den Einfluß des Lichtes auf einen pathogenen Mikroben erforschte. Er sah bei in Bouillon suspendierten Milzbrandsporen nach nur 2stündiger Einwirkung des Sonnenlichtes einen vollständigen Verlust ihrer Keimfähigkeit eintreten; bei den vegetativen Formen aber war zur Vernichtung der Entwicklungsfähigkeit ein Zeitraum von 27—28 Stunden erforderlich. Dieser mit unseren sonstigen Kenntnissen über die Tenazität der Milzbrandsporen und die geringere Resistenz der vegetativen Wuchsformen nicht in Einklang zu bringenden Beobachtung ist von Nocard widersprochen worden; bei dem damaligen Stande der Schwierigkeit bakteriologischer Kontrollen und Versuchsanordnungen sind Irrtümer nicht ausgeschlossen.

Arloing trat jedoch der Behauptung von Nocard entgegen und erwiderte, daß das Sonnenlicht eine verderbliche Wirkung auf die Sporen selbst und nicht auf die aus denselben ausgekeimten vegetativen Formen ausübt.

Roux fand, daß in einer Nährbouillon, die bei freiem Luftzutritt der Lichtwirkung ausgesetzt war, keine Sporen mehr keimen können, wogegen die vegetativen Formen sehr gut weitergedeihen sollen. Auf Grund seiner Versuche kommt er zu dem Schlusse, daß die Milzbrandsporen dem Sonnenlichte im feuchten Nährmedium eine lange Zeit widerstehen und im übrigen rascher zugrunde gehen, wenn sie der Einwirkung des Lichtes und der Luft zugleich ausgesetzt werden.

Santori erforschte den Einfluß der Temperatur bei der Lichtwirkung auf Bakterien und entdeckte, daß die bakterientötende Wirkung des Sonnenlichtes schon bei einer nicht hohen begleitenden Temperatur deutlich ist. Weder die roten noch die violetten Strahlen des Sonnenlichtes haben irgendwelchen Einfluß auf das Wachstum und die Lebensfähigkeit der Bakterien. Die Mikroben widerstehen im trockenen Zustande der Einwirkung des Lichtes länger. Ferner existiert kein wesentlicher Unterschied in der Resistenz der Milzbrandbazillen und Milzbrandsporen dem Lichte gegenüber. Die Wirkung des Sonnenlichtes ist desto stärker, je höher die begleitende Temperatur ist. Die virulenten Eigenschaften der Milzbrandbazillen können durch das Sonnenlicht geschwächt werden und dieselben so als Impflymphe dienen.

Nach Raspe erfolgt die Vernichtung der Milzbrandsporen durch Sonnenlicht schneller als die der Milzbrandbazillen.

Momont prüfte den Einfluß des Sonnenlichtes auf angetrocknetes Milzbrandblut, wobei sich zeigte, daß bei Luftzutritt die Milzbrandbazillen nur 8 Stunden, im Vakuum 11 Stunden lebend blieben, ohne daß man dabei eine vorhergehende Abschwächung feststellen konnte. An Fließpapier angetrocknet und dem Sonnenlicht exponiert waren sie nach 16 Stunden, auf Glaslamellen angetrocknet bereits nach 6 Stunden vernichtet. Trockene Milzbrandsporen zeitigten nach einer Insolation von 100 Stunden noch virulente Kulturen mit einer Verzögerung von 1—4 Tagen. Sporen im Wasser gingen im Sonnenlicht nach 44 Stunden zugrunde, bei Luftabschluß jedoch noch nicht nach 110 Stunden.

Bei seiner Untersuchung über Sporulation der Milzbrandkeime stellte R. Eberle u. a. fest, daß diffuses Tageslicht auf die Sporulation von Milzbrandbazillen in Blut oder Organbrei bei ein- bis zweitägiger Einwirkung keinen schädigenden Einfluß ausübt.

In seiner „Biologischen Spaltpilzuntersuchung" führt A. Lübbert die Versuche an, welche von ihm am Staphylococcus pyogenes aureus behufs Prüfung desselben auf Lichtreaktion angestellt wurden. Nach seinen Beobachtungen kommt dem Sonnenlicht keine Einwirkung auf solche Bakterien zu.

Duclaux gelangte angesichts der Tatsache, daß das Licht auf den größten Teil organischer Körper chemische Wirkung ausübt, zu der Ansicht, daß der Tod der in einer Nährflüssigkeit belichteten Bakterien durch Oxydation des Nährbodens oder der Substanz der Mikroben selbst oder beider zugleich erklärt werden müsse, daß daher die hygienische Wirksamkeit des Lichtes an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden sei.

Auf Arloings Anregung und unter dessen Leitung untersuchte G. Gaillard die Einwirkung des Lichtes auf Bacillus fluorescens, Staphylococcus pyog. aureus, Micrococcus prodigiosus, Bacillus anthracis und B. typhosus, Penicillium glaucum, Oidium albicans und schließlich die sog. Rosahefe. Gaillard konnte sich überzeugen, daß eine 3- bis 4stündige Wirkung des Sonnenlichtes genügte, um die Typhusbazillen vollständig abzutöten. Nach seinen Ergebnissen regt das Sonnenlicht die Beweglichkeit gewisser Bakterien an, ist jedoch andererseits der Produktion von Farbstoffen durch chromogene Bakterien wenig günstig. Die Bakterien verlieren im direkten Sonnenlicht die Fähigkeit ihrer Weiterentwicklung ziemlich schnell. Die Schnelligkeit der Lichtwirkung ist von dem umgebenden Nährmedium abhängig. Ihre Virulenz kann durch Insolation von bestimmter Dauer dermaßen gemildert werden, daß sie als Impfstoff benutzt werden können (Bac. anthracis). Das Sonnenlicht begünstigt die Entwicklung mehrerer Arten von Schimmel und Hefe. Die Lichtwirkung wird durch die Gegenwart von Luft gesteigert, durch deren Abwesenheit aber vermindert. Verschiedene Strahlen des Spektrums haben alle eine bestimmte Wirkung, doch eine bedeutend geringere, als das weiße Licht.

Pansini entdeckte, daß schon das zerstreute Tageslicht während der ersten 24—48 Stunden eine merkbar hemmende Wirkung auf die Entwicklung von Bac. prodigiosus, B. violaceus, pyocyaneus, B. anthracis, cholerae, murisepticus und Staphylococcus pyogenes albus hatte, die bei weiterem Wachstum wieder verschwand. Durch die Wirkung des auf die geimpfte Oberfläche senkrecht auffallenden direkten Sonnen-

lichtes wurde die Kultur im Laufe eines Tages sterilisiert, ob früher oder später, war von der Art der Bakterien und dem Nährboden abhängig. Bei schräger Richtung der Sonnenstrahlen und nicht genügend langer Einwirkung konnte man nur eine Verlangsamung des Wachstums wahrnehmen. Zur Erreichung einer vollständigen Sterilisierung war eine mehrtägige Lichteinwirkung erforderlich. In flüssigen Nährböden (hängender Tropfen oder verflüssigte Gelatine) trat schon nach ½ bis 2½ Stunden eine Vernichtung sämtlicher Bakterien ein. Mikroskopisch konnte man nach der Einwirkung des Lichtes keine Veränderungen in den Anthraxbazillen nachweisen. Bezüglich der Virulenz kam Pansini zu dem Schluß, daß durch das Sonnenlicht zwar eine Verminderung der Virulenz der Anthraxbazillen eintrete, eine derartig abgeschwächte Kultur aber nicht als Impfstoff dienen könne. Bei weiterem Wachstum erwerbe solch eine geschwächte Kultur wieder ihre früheren virulenten Eigenschaften.

Gemeinschaftlich mit F. Minck stellte Buchner Untersuchungen an über den schädigenden Einfluß des Lichtes auf im Wasser suspendierte Bakterien. Zu ihren Experimenten verwendeten sie Typhusbazillen, B. coli communis, B. pyocyaneus, Choleravibrionen und endlich verschiedene Fäulnisbakterien, welche sie teils in sterilisiertem, teils in nicht sterilisiertem Leitungswasser suspendierten. Stets wurde von zwei zusammengehörigen Proben die eine offen dem Lichte exponiert, die andere dagegen durch schwarzes Papier vor Lichteinwirkung geschützt. Zur Bestimmung der Keimzahl diente das Gelatineplattenverfahren. Bei diesen Versuchen ergab sich, daß das Licht auf die genannten im Wasser aufgeschwemmten Bakterien einen gewaltigen desinfizierenden Einfluß ausübt. In einem Wasser z. B., das zu Beginn des Versuches ca. 100 000 Keime von B. coli communis pro Kubikzentimeter enthielt, waren schon nach einstündiger Exposition im direkten Sonnenlichte durch das Plattenverfahren überhaupt keine Keime mehr nachweisbar, während in der dunklen Kontrollprobe die Bakterienzahl sogar etwas zugenommen hatte. Diffuses Tageslicht im Zimmer wirkte schwächer als direktes Sonnenlicht; jedoch im Freien bei offener Exposition der Wasserproben zeigte auch diffuses Tageslicht eine rasch tötende Wirkung. Hieraus zog Buchner den Schluß, daß, obwohl bei der Selbstreinigung der Flüsse und Seen außer dem Lichte noch andere Faktoren eine Rolle spielen, doch der Einfluß des Lichtes, gerade gegenüber den hygienisch in Betracht kommenden Bakterienarten (Typhus, Cholera, Fäulniserreger), als der entscheidende angesehen werden müsse, und schlug deshalb vor, städtische Abwässer vor ihrem Einlauf in Flüsse in flachen, weißzementierten Klärbecken dem desinfizierenden Einfluß des Lichtes auszusetzen.

E. Kotljar untersuchte den Einfluß des Lichtes auf Bac. pseudoanthracis, Sarcina aurantiaca, Micrococcus prodigiosus und einen himbeerroten Coccus und konnte einen hemmenden Einfluß der begleitenden Wärme nicht beobachten. Das Sonnenlicht hemmte das Wachstum dieser nicht pathogenen Bakterien, jedoch nicht in dem Grade, wie dies von anderen Forschern für pathogene Bakterienarten beschrieben wurde. Von den farbigen Strahlen begünstigten das Wachstum die roten, während die violetten dasselbe hemmten, allerdings weniger als das weiße Sonnenlicht. Die Differenz in der Farbstoffproduktion der pigmentbildenden Bakterien entsprach vollständig der Ueppigkeit ihres Wachstums. Außerdem entdeckte Kotljar, daß die violetten Strahlen die Sporulation des Bac. pseudoanthracis begünstigen.

Nach Charrin übt das Licht auf die Bakterien einen vernichtenden Einfluß aus, dem die verschiedenen Arten verschiedenen Widerstand entgegensetzen. Während der Milzbrand- und der Schweinerotlaufbazillus sehr empfindlich sind, ist dies bei den Staphylokokken, dem Bac. prodigiosus, den Finkler-Priorschen Bazillen weniger der Fall, und der Bac. pyocyaneus verträgt die Einwirkung der Sonnenstrahlen 4 Stunden und länger, ohne seine Färbekraft vollkommen einzubüßen. Es macht nach Charrin einen erheblichen Unterschied, ob die Kulturen im Hellen oder Dunkeln stehen und ob direktes oder reflektiertes Licht auf sie einwirkt. In den grünen Flüssigkeiten zeigten die Kulturen eine üppigere Entwicklung, als in den violetten und gelben. Ferner fand er, daß unter dunkler Umhüllung das Wachstum reichlicher war, und bei der desinfizierenden Wirkung des Lichtes auch die Art des Nährbodens eine große Rolle spielte.

Im Jahre 1893 teilte Buchner zwei weitere Befunde mit. Bei dem einen Versuch benutzte er Agarplatten, deren Unterfläche er, um den Unterschied zwischen belichtetem und unbelichtetem Agar zu veranschaulichen, mit einem Kreuz aus schwarzem Papier bedeckte, worauf nach stattgefundener Belichtung und 24stündigem Aufenthalt im Brutschrank das aufgeklebte Papierkreuz in den Agarplatten ganz scharf und deutlich hervortrat, gebildet von den entwickelten Bakterienkolonien, während der übrige nicht bedeckte und daher belichtete Teil klar blieb, weil hier die Bakterien infolge der Einwirkung des Lichtes nicht zu Kolonien auswachsen konnten. Bei dem anderen Versuch, bei welchem er Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien bei der sog. „Selbstreinigung der Flüsse“ anstellte, entdeckte er, daß Typhus-, Coli- und Cholerabazillen und B. pyocyaneus in 1—2 Stunden durch das Sonnenlicht getötet wurden, und die Wirkung des Sonnenlichtes im Flußwasser bis zu 1,6 m Tiefe ungeschwächt und bis 3 m Tiefe noch eben merklich sich fortsetzte.

Provacini beobachtete bei seinen in Neapel mit Abwässern veranstalteten Versuchen, daß die Bakterien sogar in stark trübem Wasser (Kloakenwasser) durch von oben einfallende Sonnenstrahlen bis in einer Tiefe von 25—30 cm getötet wurden, und auch das zerstreute Tageslicht bakterienvernichtend wirkt, eine Tatsache, die für die Selbstreinigung der Flüsse von allergrößter Bedeutung ist.

L. Kedzior, welcher sich bei seinen Versuchen des Buchner'schen Verfahrens bediente, besäte Platten teilweise zu verdecken und dann dem direkten Sonnenlicht zu exponieren, wies nach, daß das Sonnenlicht einen hemmenden Einfluß auf die Geschwindigkeit der Entwicklung hat und nicht nur bei O-Zutritt, sondern auch bei H-Gegenwart bakterientötend wirkt. In Flüssigkeit suspendierte Bakterien zeigten dem Sonnenlicht gegenüber eine größere Resistenz als auf Platten ausgesäte.

Chmiliewski untersuchte den Einfluß des Sonnenlichtes auf verschiedene Kulturen der pyogenen Mikroben, Staphylococcus pyogenes aureus, Staphylococcus pyogenes albus, Bacillus pyocyaneus, Streptococcus erysipelatis, Streptococcus pyogenes, und kam dabei zu folgenden Resultaten: Das Sonnenlicht beeinflußt zweifellos das Wachstum der pyogenen Bakterien; denn es hemmt nach 6stündiger Wirkung ihr Wachstum vollständig. Nicht nur die Lichtstrahlen und die sog. chemischen Strahlen wirken verlangsamend, sondern auch die Wärmestrahlen. Sämtliche Strahlen des Sonnenspektrums, mit Ausnahme der roten und infraroten, verlangsamen das Wachstum, am meisten bei Staphylococcus

albus, Bac. pyocyaneus, Streptococcus erysipelatis und pyogenes. Staphylococcus aureus erweist sich in dieser Hinsicht am widerstandsfähigsten. Bei 6stündiger Einwirkung des Sonnenlichtes ruht die Bewegung des Bac. pyocyaneus vollständig.

Zur Beantwortung der Frage „Wie lange muß das Licht einwirken, bis eine Entwicklungshemmung oder Tötung gewisser Pigmentbakterien (Microc. prodigiosus und Bac. fluorescens) zustande kommt?“ stellte Dieudonné Versuche mit direktem Sonnenlicht und diffusem Tageslicht, sowie mit elektrischem Bogen- und Glühlicht an. Dabei ergab sich, daß das direkte Sonnenlicht im März, Juli und August schon nach ½ Stunde und im November nach 1½ Stunden Einwirkung die Entwicklung hemmte. Von Interesse ist auch, daß die Wirkung der Märzsonne ebenso kräftig war, wie im Juli und August. Zur vollständigen Abtötung der Keime bedurfte es im März, Juli und August 1½, im November 2½ Stunden. Das diffuse Tageslicht bewirkte im März und im Juli in 3½ Stunden, im November in 4½ Stunden deutliche Entwicklungshemmung und in 5—6 Stunden völlige Abtötung, das elektrische Bogenlicht (900 Normalkerzen) nach 5 Stunden sichtliche Entwicklungshemmung und nach 8 Stunden völlige Abtötung der Pigmentbakterien. Glühlicht verursachte nach 7 Stunden ganz geringe Entwicklungshemmung und nach etwa 11 Stunden beinahe völlige Abtötung. Zur Abtötung benötigten Bact. coli, Typhus- und Milzbrandbazillen dieselbe Lichteinwirkungsdauer. Daß die das Licht begleitende Wärme nicht von Einfluß auf Entwicklungshemmung und Abtötung war, veranschaulichte Dieudonné dadurch, daß er das Licht eine 1½ cm breite Schicht einer Alaunlösung passieren ließ, welche bekanntlich die dunkeln Wärmestrahlen absorbiert und nur die Licht- und chemischen Strahlen durchläßt, wobei sich dieselben Resultate wie bei den ersten Versuchen ergaben. Durch Absorption bestimmter Lichtstrahlen mit Hilfe von verschiedenen Lösungen (Kaliumbichromat, Kupferchlorid usw.) konnte festgestellt werden, daß die roten und gelben Strahlen des Spektrums keine schädigende, die grünen eine leicht entwicklungshemmende, die blauen, violetten und ultravioletten aber eine sehr stark tötende Wirkung auf die Pigmentbakterien ausüben. Daß die Lichtstrahlen direkt auf die Bakterien, nicht aber auf den Nährboden ungünstig wirken, wies Dieudonné nach, indem er die Nährböden zuerst dem Lichte aussetzte und dann erst impfte, wobei eine den Kontrollplatten völlig gleiche Entwicklung der Kolonien zustande kam.

Kruse untersuchte in Neapel die Wirkung des Lichtes auf niederste chlorophyllose Organismen und wies mittels des hängenden Tropfens und Reagenzgläser den schädigenden Einfluß des Lichtes auf lebende Bakterien nach. Die Intensität der Lichtwirkung auf die Bakterien hing von dem Maße des O-Zutrittes ab. Mit der steigenden Lichtstärke nahm seine desinfizierende Wirkung zu. Auch schwache Belichtung wirkte nicht etwa als Reiz, sondern als entwicklungshemmendes Moment. Von den Strahlen des Spektrums wirken die am stärksten brechbaren am stärksten antiseptisch. Das Licht wirkt nicht durch Wärmeeinfluß desinfizierend; aber der Effekt der Belichtung war um so stärker, je höher die begleitende Temperatur war. Je größer die Zahl der Bakterien, die in einem bestimmten Volumen zu belichten waren, desto langsamer trat der Effekt der Belichtung ein. Das Medium, in welchem die Belichtung stattfand, war von erheblichem Einfluß auf den Erfolg derselben. Durch den Einfluß des Lichtes wurden flüssige Medien derart verändert, daß sie den Bakterien gegenüber antiseptische

Eigenschaften annahmen. Diese Veränderung des Nährbodens war jedoch nicht die alleinige Ursache der bakterienschädigenden Lichtwirkung. Das Licht übte auf alle Bakterien eine schädliche Wirkung aus, welche sich in Form einer Wachstumshemmung bzw. einer Abschwächung der Wachstums- oder Keimungsenergie oder aber in völliger Abtötung der Bakterienzelle äußerte. Die Belichtung beeinträchtigte das Vermögen der Farbstoffbildung bei chromogenen Bakterien und beeinflußte auch die Virulenz der pathogenen Bakterien.

Nach O. Schreiber kommt der Dunkelheit und dem diffusen Tageslicht weder ein hemmender noch begünstigender Einfluß auf das Wachstum und die Sporenbildung bei Bac. anthracis, Bac. tumescens und Bac. subtilis zu. Direkte Sonnenstrahlen dagegen hemmen die Entwicklung. Setzte man Milzbrandsporen 2 Stunden der Sommersonne aus, so verloren sie ihre Keimfähigkeit; ebenso war es beim Bac. tumescens, während die Sporen des Bac. subtilis 3 Stunden lang die direkten Sonnenstrahlen ertrugen, ehe sie ihre Keimfähigkeit verloren. Die vegetativen Formen waren bedeutend empfindlicher gegenüber den Sonnenstrahlen. Der B. anthracis starb schon nach 15 Minuten ab, der Bac. tumescens ertrug das direkte Sonnenlicht 40 Minuten lang, der Heubazillus dagegen über 1 Stunde. Bevor die Bakterien abstarben, wurde ihr Inhalt körnig, das Protoplasma kontrahierte sich, und die mannigfaltigsten Involutions- oder Degenerationsformen traten auf.

M. Beck und P. Schultz verwandten bei ihren Versuchen als Lichtquelle diffuses Tageslicht oder Sonnenlicht, je nach der Witterung, in einigen Fällen Auer'sches Gasglühlicht. Von Bakterien wählten sie vornehmlich farbstoffproduzierende: Microc. prodigiosus, Bac. pyocyaneus, Staphylococcus aureus, Coccus ruber, Bact. coli commune, bei einigen Versuchen Bac. fluorescens, Staphylococcus albus, Diphtherie und gelbe Sarcine. Wie aus ihren Versuchen hervorgeht, wirkt auf keine der untersuchten Bakterienarten irgend ein farbiges Licht entwicklungshemmend oder abtötend; doch scheint bei einigen ein Einfluß auf die Farbstoffproduktion stattzufinden. Diffuses Tageslicht begünstigte in allen Fällen die Entwicklung und Farbstoffbildung, während Dunkelheit nach langdauernder Einwirkung die Farbstoffbildung bei einigen Bakterien (Staphylococcus aureus und Bac. fluorescens) schädigte. Das direkte Sonnenlicht verhinderte schon bei kürzerer Einwirkung die Farbstoffproduktion. Außerdem wirkte es bei hinreichender Einwirkung sogar abtötend.

E. Neumark fand Milzbrandbazillen und Milzbrandsporen in Agarplatten durch direktes Sonnenlicht in 20—30 Minuten vernichtet; durch 2 Tage lang einwirkendes diffuses Tageslicht wurden Milzbrandsporen in Agarplatten nicht abgetötet. In Wasser suspendiert gingen Milzbrandsporen durch 11stündiges direktes Sonnenlicht und 4wöchiges diffuses Tageslicht nicht zugrunde, während Milzbrandbazillen durch zerstreutes Tageslicht im Lauf eines Tages abstarben; in Nährbouillon aufgeschwemmt wurden Milzbrandbazillen erst nach 2tägigem Einwirken des diffusen Tageslichtes vernichtet, angetrocknete Milzbrandsporen behielten selbst nach 5stündiger Sonneneinwirkung ihre Wachstumsfähigkeit, während angetrocknete Milzbrandbazillen dieselbe durch diffuses Tageslicht innerhalb 3 Stunden verloren. Kolibakterien wurden in Agarplatten durch direktes Sonnenlicht in 60 Minuten, durch elektrisches Bogenlicht in 2 Stunden vernichtet; in Wasser suspendiert starben Kolibakterien durch 4 Stunden lange Sonnenbestrahlung wie durch 4 Wochen lange Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes nicht ab; in Nähr-

bouillon aufgeschwemmt waren sie nach 8stündiger Insolation nicht mehr entwicklungsfähig; in angetrocknetem Zustand gingen sie durch 5stündige Sonnenwirkung nicht zugrunde. Die sog. Schweinepestbazillen starben in Agarplatten durch Sonnenbestrahlung von 110—120 Minuten ab; im Wasser wurden sie durch 4wöchiges diffuses Tageslicht nicht geschädigt und angetrocknet waren sie durch 5stündige Insolation noch entwicklungsfähig. Schweinerotlauferreger gingen in Wasser durch 8stündiges Sonnenlicht, wie durch 4wöchiges diffuses Tageslicht nicht zugrunde; ebensowenig in Agar und Bouillon durch 14tägiges diffuses Tageslicht. Geflügelcholeraerreger wurden in Agarplatten durch direktes Sonnenlicht in 8—10 Minuten vernichtet; in Wasser und Bouillon erfuhr ihre Virulenz durch 2—3tägige Exponierung dem diffusen Tageslicht eine bedeutende Abschwächung. Aehnlich wie die Erreger der Geflügelcholera verhielten sich die Erreger der Schweineseuche den Lichtwirkungen gegenüber, wobei jedoch die letzteren etwas weniger resistent zu sein schienen.

Riegel fand in den Tropen bei starker Besonnung der künstlich infizierten Limonadenkölbchen Choleravibrionen in 5 Minuten, Ruhrbazillen in 1 Stunde, Typhusbazillen in 1½ Stunden abgetötet.

Aus der Arbeit von G. Orsi läßt sich entnehmen, daß das Sonnenlicht die Bakterien schädigt, wenn sie in Form einer Kultur der Insolation ausgesetzt werden. Bei einer durchschnittlich 8—10stündigen Exposition bleiben in den besonnten Kulturen nur wenige Typhusbazillen noch am Leben und vermehrungsfähig; die Choleravibrionen bleiben in größerer Anzahl erhalten. Das Sonnenlicht modifiziert die morphologischen Eigenschaften des Typhusbazillus in der Weise, daß die einzelnen Elemente der von besonntem Bakterienmaterial herrührenden Kulturen konstant und deutlich länger als die der ursprünglichen Kulturen sind und die fadenförmigen Formen zahlreicher werden. Die Virulenz der Typhus- und Cholerakeime wird durch die Insolation nicht modifiziert, solange dieselben noch leben; die in den besonnten Kulturen beobachtete Virulenzabnahme beruht auf der beträchtlichen numerischen Abnahme der in ihnen enthaltenen Bakterien. Die Bouillonkulturen des Typhusbazillus, die von besonntem Material abstammen, sind viel virulenter, als die von der ursprünglichen Probe herrührenden; die folgenden Ueberimpfungen behalten ihre neuen Eigenschaften. Die infolge der Besonnung eingetretene Virulenzsteigerung ist verschieden und steht in direkter Beziehung zur Virulenz des exponierten Keimes.

Uffelmann konnte bei den Typhusbazillen keine schädigende Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Weiterentwicklung derselben bemerken.

Janowski stellte Untersuchungen an Typhusbazillen an und überzeugte sich, daß das Licht direkt die Bazillen beeinflußt, ohne irgendwelche chemischen Veränderungen in dem Nährboden hervorzurufen. Nach Janowski hat sowohl direktes Sonnenlicht als auch diffuses Tageslicht eine zweifellose Wirkung auf die Typhusbazillen, wobei letzteres selbstverständlich bedeutend schwächer wirkt. Die Typhusbazillen waren unter dem Einflusse des direkten Sonnenlichtes größtenteils schon nach 6—10 Stunden, in einigen Fällen schon nach 4 Stunden abgetötet. Janowski legte sich dann noch die Frage vor, welchem Teil seines Spektrums das Sonnenlicht diese Wirkung verdanke? Da ihm bei seiner Untersuchung die Benutzung des Sonnenspektrums nicht möglich war, so mußte er sich mit gefärbten Flüssigkeiten begnügen. Die Beobachtungen wurden sowohl mit direktem Sonnenlichte als mit

zerstreutem Tageslichte gemacht. Dabei bemerkte er, daß diejenigen Typhuskulturen, die der Wirkung des vorläufig durch eine doppelsaure Chromkalilösung durchgegangenen Lichtes ausgesetzt waren, ebensogut wie die vom Lichte geschützten Kulturen gediehen. Demnach müssen also den Strahlen, welche durch eine doppelsaure Chromkalilösung zurückgehalten werden, bakterienfeindliche Eigenschaften innewohnen, und dies sind eben die chemisch wirkenden Strahlen des Spektrums.

Nach Geißler ist die Einteilung der Strahlen des Sonnenspektrums in Licht-, Wärme- und chemische Strahlen eine künstliche; jeder Strahl kann unter gewissen Bedingungen den einen oder anderen Effekt erzeugen. Bei seinen Versuchen bediente er sich der Typhusbazillen in 10prozentiger Gelatine, des direkten Sonnenlichtes sowie des elektrischen Lichtes (1000 Normalkerzen) und zur Erläuterung der Frage, welche Strahlen des Spektrums das Wachstum der Typhusbazillen hemmen, zweier Prismen aus weißem Flintglas. Aus diesen Untersuchungen erwies es sich, daß das Sonnenlicht auf die Entwicklung der Typhusbazillen auf der Gelatine stärker hemmend wirkt, als das elektrische. Nicht nur die sog. Licht- und chemischen Strahlen des elektrischen und des Sonnenlichtes wirken auf das Wachstum der Typhusbazillen schädigend, sondern auch die Wärmestrahlen. Alle Strahlen des elektrischen und Sonnenspektrums hemmen mit Ausnahme der roten das Wachstum der Typhusbazillen, wobei die hemmende Wirkung um so stärker ist, je größer der Brechungsexponent oder je kleiner die Wellenlänge der entsprechenden Strahlen ist. Die ungünstige Wirkung des elektrischen und des Sonnenlichtes auf das Gedeihen der Typhusbazillen auf der Gelatine ist nicht nur durch die direkte Lichtwirkung auf die Bazillen selbst, sondern auch durch die im Nährboden stattfindenden Veränderungen bedingt.

Courmont, Nogier und Rochaix konstatierten, daß die bakterizide Wirkung der ultravioletten Strahlen auf infiziertes H_2O eine direkte ist und weder durch die Entstehung von Ozon noch durch die Entstehung von O bedingt ist. Durch ultraviolette Strahlen wird im Wasser weder Ozon noch O erzeugt. O tötet im Verhältnis 1,5 auf 1000 H_2O Typhusbazillen erst innerhalb 6 Stunden ab, ultraviolette Strahlen aber in viel kürzerer Zeit.

Nach G. Palermo, welcher Bouillonkulturen von Cholera in einem farblosen Glasgefäß mit fließendem Wasser von 20—25° C der Einwirkung des Sonnenlichtes aussetzte, werden die Cholerabazillen durch 6—7stündiges Sonnenlicht nicht vernichtet, ihre biologischen Eigenschaften aber zum Teil verändert, insofern als sie ihre Eigenbeweglichkeit einbüßen. Ferner verloren die Bazillen nach nur 3- bis 4stündiger Insolation ihre Virulenz für Meerschweinchen, wobei der Verlust der Virulenz um so schneller erfolgte, je verdünnter die Flüssigkeit war, in welcher sich die Cholerabazillen befanden.

Um die desinfizierende Wirkung des Sonnenlichtes zu prüfen, setzte Conor in durchsichtigen Glasgefäßen mit Choleravibrionen infiziertes Abwasser der Wirkung des Sonnenlichtes aus und fand, daß nach einer Insolation von einigen Stunden Choleravibrionen nicht mehr nachweisbar waren.

Auf dem X. internationalen medizinischen Kongresse zu Berlin vom 4.—9. August 1890 gedachte R. Koch in seinem Vortrag über bakteriologische Forschung unter anderem auch der Wirkung des Lichtes auf Bakterien mit folgenden Worten: „Unter diesen Faktoren scheint mir einer der wichtigsten das Licht zu sein. Vom direkten Sonnen-

licht wußte man schon seit einigen Jahren, daß es Bakterien ziemlich schnell zu töten vermag. Ich kann dies für Tuberkelbazillen bestätigen, welche je nach der Dicke der Schicht, in welcher sie dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, in wenigen Minuten bis einigen Stunden getötet werden. Was mir aber besonders beachtenswert zu sein scheint, ist, daß auch das zerstreute Tageslicht, wenn auch entsprechend langsamer, dieselbe Wirkung ausübt; denn die Kulturen der Tuberkelbazillen starben, wenn sie dicht am Fenster aufgestellt sind, in 5 bis 7 Tagen ab."

Migneco ließ den Auswurf tuberkulöser Patienten auf Leinwand und Wolle eintrocknen und legte diese danach in den Sonnenschein. Von Zeit zu Zeit schnitt er kleine Stücke von der Leinen und dem Wollstoff ab und verimpfte sie an Meerschweinchen. Trotzdem die Tuberkelbazillen von Schleim umgeben waren, gingen sie schon nach 24—30 Stunden durch die Einwirkung des Sonnenlichtes zugrunde, während eine Abschwächung ihrer Virulenz schon nach 10—15 Stunden eintrat.

Strebel gibt an, daß Tuberkelbazillen durch ultraviolette und blaue Strahlen in wenigen Stunden innerhalb des lebenden Gewebes zugrunde gehen.

Durch Belichtung werden nach Klingmüller und Halberstädter Tuberkelbazillen im lebenden Gewebe nicht abgetötet.

H. Jansen stellte Versuche an über den Einfluß des Lichtes auf Tuberkulin und abgetötete Tuberkelbazillen, welche jedoch hier nicht in Betracht zu ziehen sind, da meine Abhandlung sich nur mit den lebenden Bakterien beschäftigt.

Auch ihrer tinktoriellen Eigenschaften beraubte Tuberkelbazillen können nach Willson und Rosenberger ihre Virulenz behalten. Tuberkelbazillen, welche ein ganzes Jahr lang Tag für Tag der Einwirkung von Sonnenlicht und Luft ausgesetzt wurden, waren trotzdem noch virulent, weshalb die Verfasser davor warnen, die Desinfektion tuberkelbazillenhaltiger Exkrete usw. den Naturkräften zu überlassen.

A. Treskinskaja stellte, hauptsächlich zur Beantwortung der Frage, welche Bedeutung die Höhe des Ortes über dem Meeresniveau für die bakterizide Kraft des Sonnenlichtes besitzt, Versuche an, bei welchen es sich zeigte, daß mit der Erhebung des Ortes über dem Meeresniveau auch die bakterizide Kraft des Sonnenlichtes wächst. So tötete in den Sommermonaten das direkte Sonnenlicht die Tuberkelbazillen auf 1560 m Höhe (Davos z. B.) in 3 Stunden, auf 903 m Höhe in 4 Stunden und am Meeresniveau in 5 Stunden. Ferner war die Wirkung des Sonnenlichtes auf Tuberkelbazillen im Winter im Hochgebirge (Davos, 1560 m) und im Sommer am Meeresufer (Petersburg) gleich. Versuche, die mit zerstreutem Tageslicht fast ausschließlich in Davos angestellt wurden, ergaben, daß die Tuberkelbazillen durch das zerstreute Tageslicht in 6—9 Stunden abgetötet wurden. Beim Vergleich über den desinfizierenden Einfluß des zerstreuten Lichtes mit demjenigen des direkten Sonnenlichtes wurde letzteres ungefähr 2mal so energisch wirkend befunden wie das erstere.

Henri-Cernovodeanu, Henri, Victor und Baroni, welche verhältnismäßig dünne und möglichst gleichmäßige Aufschwemmungen von Tuberkelbazillen in Kochsalzlösung der Einwirkung ultravioletter Strahlen aussetzten, erzielten bereits nach 1 Minute eine Virulenzabschwächung der Tuberkelbazillen, und nach 10 Minuten waren sie nicht mehr pathogen. Zur Zerstörung des Tuberkulins war selbst in dünner

Schicht von 2—3 mm und bei andauerndem Schütteln eine mindestens 15 Minuten lang dauernde Bestrahlung erforderlich.

Bei toxischen Infektionserregern wird, soweit ein von Kitasato mit Tetanus unternommener Versuch zeigt, durch das Licht offenbar das Toxin geschädigt. Er fand, daß das Filtrat einer Bouillonkultur von Tetanusbazillen, welches am Fenster bei zerstreutem Tageslicht aufgestellt war, allmählich seine Wirksamkeit verlor. Es dauerte aber lange Zeit, bis es vollständig zersetzt war, da das Filtrat, trotzdem es schon 9—10 Wochen lang am Fenster stand, in großer Dosis noch einigermaßen wirksam war. Dagegen verlor ein im Dunkeln kalt aufbewahrtes Filtrat sehr lange seine Wirkung nicht, denn ein 300 Tage lang im Dunkeln aufbewahrtes Filtrat war genau ebenso wirksam wie das frische. Direktem Sonnenlicht ausgesetzt wurde Tetanusgift bei einer Temperatur von 35—43° C in 15—18 Stunden zerstört.

Bezüglich des Verhaltens von Tetanusgift gegenüber dem Sonnenlicht konnten C. Fermi und F. Celli feststellen, daß dasselbe, mit destilliertem Wasser verdünnt oder mit Hühnereiweiß gemischt und dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt, bei einer Temperatur zwischen 40 und 50° C nach 8 Stunden zerstört wurde, bis zu 37° C jedoch noch nach 15 Stunden unverändert wirksam war. In trockenem Zustande 48 Stunden lang dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt, verlor es völlig seine Wirksamkeit.

Von C. Fermi und L. Pernossi wurde die Wirkung des Lichtes auf das Tetanusgift studiert, wobei sie fanden, daß das Tetanusgift in wässeriger Lösung von der direkten Sonnenlichtwirkung bei einer Temperatur von 44—46° C und 54—56° C nach 8 Stunden, von der Wirkung des Sonnenlichtes bei 37° C dagegen nach 15 Stunden zerstört wurde. Von der Wirkung der Sonnenwärme (Temperatur 38—41° C) wurde es keineswegs vernichtet. Im Zustande völliger Trockenheit wurde es von der Sonnenwirkung nicht einmal nach 100 Stunden zerstört. Ebenso widerstand das getrocknete Tetanusgift in Chloroform, Aether, Amyl-Alkohol und in Benzol der direkten Sonnenwirkung auch nach 100 Stunden. Das Schlangengift war gegen Lichtwirkung sehr empfindlich.

Nach Vaillard und Vincent vermag direktes Sonnenlicht die Tetanusbazillen binnen 12 Tagen, diffuses Tageslicht aber in 1 bis 2 Monaten zu vernichten.

Nach Hutyra und Marek wird trockenes Rauschbrandvirus nach 24stündigem, frisches aber nach 18stündigem direktem Sonnenlicht im Sommer wirkungslos.

F. Sanfelice stellte Versuche an über die Wirkung des Sonnenlichtes auf Anaërobier, wobei die Tetanussporen 60 Stunden, die Sporen des malignen Oedems 50 Stunden und die Rauschbrandsporen 24 Stunden lang im Boden dem direkten Sonnenlicht widerstanden.

Nach Joest büßen die Schweineseuchebakterien schon in 5 bis 10 Minuten durch direktes Sonnenlicht ihre Virulenz ein, während hierzu das diffuse Tageslicht eine Stunde benötigt.

E. Calcaterra machte die Wahrnehmung, daß 3½stündige Bestrahlung des Diphtherietoxins mit Röntgenstrahlen wirkungslos ist, während dasselbe durch das Tageslicht schon in 24 Stunden eine merkliche Abschwächung erfährt.

Cordier, Péju und Rajat nahmen eine Behinderung der Farbstoffbildung des Micrococcus prodigiosus durch diffuses weißes Licht wahr. Durch die roten Strahlen des Sonnenspektrums allein wird die

Farbstoffbildung nicht beeinflußt, sie nimmt jedoch um so mehr ab, je weiter die die Kultur treffenden Strahlen von dem roten Teil des Spektrums entfernt sind.

Nach V. Bie sind die chemischen Lichtstrahlen (blaue, violette und ultraviolette), durch welche die Haut der Pockenkranken gereizt wird, so vollständig wie möglich auszuschließen, was durch Einsetzen roter Glasscheiben in die Fenster oder durch Anbringen roter Gardinen erreicht wird, da rot die chemischen Strahlen absorbiert.

Nach Soy-Peluffo ist das Substrat bei der Lichtwirkung bedeutungslos.

M. Martin erforschte den Einfluß der Tropensonne auf pathogene Bakterien. Mit pathogenen Bakteriengemischen aus infizierten Wunden, mit Staphylococcus-albus-Reinkulturen und mit Erdbodenproben wurden Agarplatten beschickt und Luftkeime auf Agar aufgefangen. Martin folgerte aus seinen Versuchen, daß in den tropischen Ländern eine gewisse Bakterienarmut hinsichtlich der meisten pathogenen Arten herrscht, bedingt durch die bakterientötende Wirkung der Sonne. Die größte Bedeutung komme dem Sonnenlichte zu. Vom Sonnenlicht wurde eine Anzahl nicht pathogener Keime nicht beeinflußt.

Bei Luftfahrten in 5000 m Höhe wurden von Flemming Bakterienkulturen verschieden lange Zeit den Sonnenstrahlen exponiert und darauf ihre Wachstumsfähigkeit mit den in gleicher Weise auf der Erdoberfläche belichteten Proben verglichen. Es zeigte sich, daß von der Höhensonne erheblich viel mehr Prodigiosuskeime, Choleravibrionen, Typhus- und Pyocyaneusbazillen abgetötet wurden als bei der Tiefenbesonnung. An der unteren Wolkengrenze erhielten sich zahlreiche Keime in kalter, feuchter Umgebung vor der Sonne geschützt, lebensfähig, ebenso wie die unbesonnt auf den Hochfahrten mitgeführten Bazillenproben.

Wittlin untersuchte die Fähigkeit des Sonnenlichtes, Bakterien im Straßenstaub abzutöten, mit dem Ergebnis, daß dieser bei stundenlanger Bestrahlung sterilisiert wird. Er verwarf aus diesem Grunde das Besprengen des Straßenstaubes, da dies bakterienvermehrend wirke und daher der Desinfektion entgegenarbeite.

Von Esmarch ersah aus seinen Versuchen, daß den Sonnenstrahlen zur Desinfektion von Stoffen, wie Kleidern, Möbeln, Betten usw. eine nicht unbedeutende Wirkung zukommt, soweit sie oberflächliche Schichten treffen, daß diese Wirkung aber sehr schnell abnimmt, sobald die Bakterien durch darüberliegende Stofflagen geschützt werden. Dunkle Stoffe schützen bei weitem mehr, wie helle, es wird daher der erwärmenden Kraft der Sonne bei der Abtötung der Bakterien nur eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle zuzuschreiben sein. Die obersten Schichten heller und dünner Stoffe sind einer Sonnendesinfektion wohl zugängig, in den tieferen Schichten findet letztere aber nicht statt, und bei den Kissen schützt schon der einfache Leinenüberzug. Aus dem Angeführten geht zur Genüge hervor, daß wir in der Sonnenbestrahlung ein brauchbares Desinfektionsmittel für die Praxis nicht besitzen.

Richardson teilt in einer im Jahre 1893 erschienenen Arbeit die Beobachtung mit, daß in frischem Urin, welcher dem Sonnenlicht und der Luft ausgesetzt war, regelmäßig H_2O_2 entstehe. Die Bakterien waren in dem belichteten Urin sämtlich abgetötet, ja derselbe zeigte sogar antiseptische Wirkung, wenn er einem in Zersetzung begriffenen Urin im Dunkeln zugesetzt wurde. Richardson glaubt daher, daß

das Licht und die Luft mit Hilfe des gebildeten H_2O_2 imstande sei, Mikroorganismen zu zerstören und den Urin zu sterilisieren.

In einer späteren Arbeit untersuchte Dieudonné die Bedeutung des H_2O_2 für die bakterientötende Kraft des Lichtes. Zum Nachweis des H_2O_2 bediente er sich der Schoenbein'schen Reaktion. Zu diesem Zwecke gab er auf die Platte etwas frisch bereiteten, verdünnten Jodkaliumkleister und hierauf verdünnte Eisenvitriollösung, worauf bei Anwesenheit von H_2O_2 sofort intensive Blaufärbung eintrat. Er schließt seine Arbeit mit den Worten: „Die Bildung von H_2O_2 durch Luft und Licht scheint ein nicht unwesentlicher Faktor für die keimtötende Fähigkeit des Lichtes zu sein. Die Selbstreinigung der Flüsse, welche nach den Untersuchungen Buchners zum großen Teile der Wirkung des Lichtes zuzuschreiben ist, dürfte in der Beobachtung, daß auch im Wasser unter dem Einflusse des Lichtes H_2O_2 gebildet wird, eine wenigstens teilweise befriedigende Erklärung finden."

Thiele und Wolf fanden, daß bei der Abtötung der Bakterien durch Licht ein indirekter Einfluß des Lichtes durch Oxydation des Wassers (H_2O_2) nicht nachweisbar ist. Dagegen war es ihnen möglich, den Beweis für die direkte bakterienschädigende Wirkung des ultravioletten Lichtes zu erbringen.

Nach R. Wiesner gehen unter dem Einfluß des Lichtes in verschieden dichter Aussaat von Keimen die einzelnen Individuen zwar verschieden rasch zugrunde, die absolute Keimfreiheit wird aber unabhängig von der Keimdichte nach gleicher Zeit erreicht. Eingetrocknete Bakterien sind gegen Licht empfindlicher als in feuchtem Medium suspendierte. Alle Teile des Sonnenspektrums besitzen bakterizide Fähigkeit, sowohl die sichtbaren einschließlich der roten, wie die unsichtbaren Strahlen. Hohe Temperatur steigert die bakterizide Lichtwirkung. Bei intermittierender Bestrahlung entspricht der Effekt dem der Summe der Bestrahlungszeiten. Es ist für die Lichtbakterizidie gleichgültig, ob direktes Sonnenlicht oder diffuses Tageslicht die Bakterien trifft: wesentlich ist in erster Linie die Lichtstärke. Die Gegenwart von O beschleunigt die Lichtwirkung; die desinfizierende Wirkung soll durch eine direkt auf das Protoplasma des Bakterienleibs gerichtete Schädigung hervorgebracht werden.

Die Wirkung des Sonnenlichtes auf pathogene Bakterien ist nach R. Lemoine eine komplizierte. Von den dem Sonnenlicht exponierten Bakterien stirbt ein großer Teil rasch ab, dagegen bleiben etwas widerstandsfähigere verhältnismäßig lang am Leben. Vor der Abnahme der Wachstumsfähigkeit scheint zunächst eine Steigerung einzutreten; desgleichen tritt zunächst eine leichte Virulenzsteigerung ein, der bald eine Abschwächung folgt. Demnach scheint das Sonnenlicht vor dem Beginn seiner zerstörenden Wirkung die Vitalität der Bakterien vorübergehend zu steigern.

Nach Hoffmann wurde auf „der internationalen Pestkonferenz in Mukden. April 1911" u. a. erwähnt, daß die Pestbazillen im Auswurf durch Luft und Sonnenschein in einigen Stunden abgetötet werden.

Die Pestbazillen starben nach der Beobachtung H. Toyodas, direktem Sonnenlicht im Sputum von Pestpneumonikern in dünner Schicht exponiert, innerhalb 4 Stunden ab. Dagegen erwiesen sich Pestbazillen, welche im Winter in gefrorenem Auswurf bei -4 bis -22^0 C. 10 Stunden diffusem Tageslicht ausgesetzt waren, nach dieser Zeit noch lebensfähig.

Die Untersuchungen Toyodas und Yasudas über die Resistenz der Pestbazillen im Sputum gegen Sonnenlicht und diffuses Tageslicht ergaben, daß Sonnenlicht die Pestbazillen am meisten schädigt, weniger das zerstreute Tageslicht, und im Zimmer die Bazillen bei diffusem Tageslicht sich am längsten halten.

Nach N. Murata zeigte auf einem Stückchen Sojabohnenkuchen festgeklebter und dem direkten Sonnenlicht exponierter Auswurf von Pestkranken nach 6, diffusem Sonnenlicht ausgesetzt, nach 20 Stunden keine lebensfähigen Pestbazillen mehr. An grobem Hanfsacktuch haftende Bazillen waren im direkten Sonnenlicht nach 14 Stunden abgestorben, im diffusen Sonnenlicht aber nach 20 Stunden noch unverändert. Auf Deckgläser gestrichene Bazillen gingen im Sonnenlicht in 1 Stunde, bei dunklem Wetter nach 6 Stunden zugrunde.

Nach Thiele und Wolf sind die ultraroten, roten und gelben Strahlen des Spektrums wenig oder gar nicht wirksam. Die Wirkung kommt hauptsächlich dem am stärksten brechbaren Teil des sichtbaren Spektrums sowie den ultravioletten Strahlen zu. Die Wirksamkeit der ultravioletten Strahlen ist, im Gegensatz zu derjenigen der sichtbaren Teile des Spektrums, nicht an die Gegenwart freien Sauerstoffs gebunden.

Aus den Ergebnissen seiner Untersuchungen über die bakterizide Wirkung des Lichtes in den verschiedenen Spektrumzonen zieht G. J. Gardenghi den Schluß, daß die bakterizide Wirkung des Lichtes, welche in der der geringsten Lichtbrechung entsprechenden Spektrumzone fehlt, am Ende des Violetts und im ersten Teile des Ultravioletts am stärksten ist, und von da an rasch abnimmt.

Nach der Angabe von M. Henri und V. Henri hat man, wenn man künstlich infiziertes H_2O mittels ultravioletter Strahlen desinfizieren will, bei der Infektion des H_2O eine gewisse Technik zu beachten. Die Kulturmassen müssen von den Agarkulturen so abgenommen werden, dass Agarteilchen nicht mitgenommen werden. Die Kultur muß in H_2O fein verrieben und dann durch ein Papierfilter filtriert werden, worauf das Filtrat für den Versuch benutzt wird. Dabei dürfen jedoch keine eiweißhaltigen Substanzen mit der Kultur in das H_2O kommen, denn nur so ist es möglich, in kurzer Zeit eine Desinfektion durch ultraviolette Strahlen zu erzielen. Sind Eiweißstoffe oder Bakterienklümpchen in dem H_2O, dann werden zwar die Keime auch abgetötet, aber erst nach erheblich längerer Bestrahlung des H_2O.

Nach J. Courmont können u. a. Flüssigkeiten, welche reich an Kolloiden sind (Wein, Bier, Most, Moorwasser, Bouillon, Peptonlösungen) durch ultraviolette Strahlen nicht sterilisiert werden.

C. Bujwid erwähnt u. a., daß nach Gärtner die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf Bakterien auf einem Körnigwerden bzw. einer Koagulation beruhe.

Müller, welcher Untersuchungen über die Wassersterilisierung durch ultraviolette Strahlen vornahm, prüfte die keimtötende Wirkung eines Sterilisators der Westinghouse-Cooper-Hewit-Gesellschaft in bezug auf Wasserbakterien, Bact. coli und Bac. fluorescens liquefaciens und kam auf Grund seiner Versuche zu dem Ergebnis, daß vollkommene Sterilität nur bei sehr stark herabgeminderter Durchflußgeschwindigkeit in äußerst keimarmem und klarem Leitungswasser zu erzielen sei.

M. Oker-Blom zieht aus seinen Versuchen „über die Wirkungsart des ultravioletten Lichtes auf Bakterien“ den Schluß, daß die keimvernichtende Wirkung der ultravioletten Strahlen nicht in einer Salpetrig-

säure- bzw. Ozon- oder H_2O_2-Wirkung begründet ist, sondern als eine direkte Wirkung der kurzwelligen Strahlen auf die Bakterien bzw. auf das lebende Protoplasma aufzufassen ist. Hiermit, so schließt er seine Beobachtung, sei aber keineswegs gesagt, daß nicht diese Wirkung eventuell von nebenher unter dem Einfluß des ultravioletten Lichtes sich vollziehenden chemischen Prozessen sekundär befördert bzw. auch nachteilig beeinflußt werden könnte.

Aus der vorausgegangenen umfangreichen Literatur ist ersichtlich, daß zu weitaus den meisten Versuchen über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien fast nur aërobe Bakterien benützt wurden, während über das Verhalten fakultativer und obligater Anaëroben dem Lichte gegenüber bis jetzt nur wenige Angaben vorliegen. Aus diesem Grunde sind neue und weitere Untersuchungen auch über derartige luftscheue Bakterien angebracht, und hatte ich im Institut des Herrn Prof. Dr. Kitt Gelegenheit, mich mit den Streptokokken des chronischen Euterkatarrhs, mit Rauschbrand, Starrkrampf und Wurstvergiftungsbazillen zu beschäftigen und der Frage über ihre Tenazität gegenüber dem Lichte experimentell näher zu treten. Im übrigen zeigen die genannten Literaturberichte, daß hinsichtlich der Lichtwirkung große Widersprüche und geradezu gegensätzliche Experimentalergebnisse von den Autoren registriert wurden, was um so mehr Grund gibt, neuerdings wiederholt bezügliche Experimente in Angriff zu nehmen.

Allgemeine Versuchsanordnung.

Die Versuchsanordnung über die Empfindlichkeit der genannten Krankheitserreger dem Lichte gegenüber war im allgemeinen folgende:

Die Untersuchung beschränkte sich auf die Einwirkung lediglich des zerstreuten Tageslichtes und des Sonnenlichtes, der direkten Bestrahlung zur Sommers- und Herbstzeit, da für die Vernichtung in der freien Natur, in den Stallungen weniger die künstlichen Lichtquellen in Betracht kommen, sondern hauptsächlich von Interesse ist, inwieweit Sonnenschein und Tageslicht auf die Krankheitserreger vernichtenden Einfluß nehmen.

Es standen zur Verfügung ein ganz frischer Stamm Mastitisstreptokokken, direkt aus Milchproben kranker Kühe gewonnen; vom Rauschbrand verschiedene hochvirulente Stämme, sodann ein gut toxischer Stamm von Tetanus und

ein von Dr. Kral bezogener Bac. botulinus, welch' letzterer indes nicht sonderlich toxisch war.

Die Kulturen dieser Organismen wurden in verschiedenen Medien gehalten und namentlich Bedacht genommen auf Nährböden, welche ein optimales Wachstum der betreffenden Bakterien ermöglichen. Die Kulturen wurden dann, wenn sie üppig gewachsen waren, nach mikroskopischer Kontrolle ihres Gehaltreichtums an Keimen in Petrischalen gegossen und dem Einfluß des Lichtes ausgesetzt, worauf nach stattgefundener Belichtung die Schalen jeweils zur Verhinderung weiteren Lichtzutrittes in schwarzes Papier eingehüllt wurden.

Von den Petrischalen kamen die dem diffusen Tageslicht ausgesetzten in dem durch Nordlicht und viele Fenster reichlich erhellten Mikroskopiersaal auf einem nach Norden gerichteten Holztisch zur Aufstellung; die dem direkten Sonnenlicht exponierten aber wurden gegen Süden im Freien auf ein hölzernes mit einem Bindfadennetz überspanntes Gestell gelegt, so daß die auf dem Netz liegenden Glasschalen in 1 m Entfernung vom Boden in der Luft sich befanden, und somit eine Rückwirkung von Wärme von einer Unterlage ausgeschlossen war. Die Kulturen wurden teils in flüssigem teils getrocknetem Zustand verschiedene Zeit lang der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt, und nach Beendigung der Belichtung sofort die Kontrollaussaaten wiederum in optimalen Nährböden gemacht, eingedenk des wichtigen Hinweises, welcher in bezug auf solche Kontrollen in einer kürzlich erschienenen Arbeit von Prof. Dr. Süpfle gegeben wurde.

Unmittelbar, bevor die Kulturen dem Lichte zur Aussetzung kamen, wurden ebenfalls Kontrollaussaaten vorgenommen zur Vergewisserung, daß die Kultur in voller Lebensenergie dem Experiment unterstellt wurde.

Die bei der Belichtung zur Wirkung kommenden Temperaturgrade wurden jeweils an der Stelle, an welcher die Versuche angestellt wurden, mittels eines Maximum-Minimum-Thermometers ermittelt.

Außerdem wurden vor und nach der Belichtung bei den Rauschbrandkulturen zur Kontrolle der Virulenz Impfversuche an Meerschweinchen gemacht.

I. Versuche mit Streptokokken.

Die aus Kuhmilch gewonnenen Reinkulturen zeigten die Kettenverbände in der typischen Form des animalen Wachs-

tums, wie sie von Sven Wall und Ernst beschrieben wurden, in quergestellter Eiform (sog. Staketenform) und teilweiser kapselartiger Hüllenbildung, zumeist in längeren Verbänden, zuweilen auch in kleineren Ketten. Als geeignetster Nährboden erwies sich Serumbouillon 1 : 9, in welcher das Wachstum so stattfand, daß in der Tiefe und längs der Seitenwände des Reagensröhrchens zahlreiche etwa halbstecknadelkopfgroße, grauweiße Kolonien bei klarem Substrat sichtbar waren. Von solchen schon makroskopisch als üppig gewachsenen Kulturen wurden jedesmal nach vorherigem Schütteln der Serumbouillon zwecks Loslösung der Streptohokkenkolonien 5 ccm in die Petrischale ausgegossen. Das Zudecken mit Glasplatten ließ sich nicht umgehen, da bei den Kulturen ohne Deckel selbstverständlich ein Einfallen fremder Keime zu gewärtigen war, welche durch Ueberwuchern den Versuch gestört und so den Tenazitätskontrollversuch erschwert hätten.

In den Tabellen bedeutet: + Wachstum, — kein Wachstum; die eingeklammerten Zahlen hinter denen der höchsten Tagestemperatur bedeuten die mittlere Tagestemperatur in München.

Tabelle I.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Serumbouillon bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
15. Sept. 1916	13,5° C (8,2)	0 Std.	+ nach 16 Std.
		½ „	do.
		1 „	do.
		1½ „	do.
		2 „	do.
		2½ „	do.
		3 „	do.
		3½ „	do.
		4 „	do.
		4½ „	+ spärlich nach 2 Tagen
		5 „	do.
		5½ „	+ sehr spärlich nach 5 Tagen
		6 „	— nach 7 Tagen
		6½ „	do.
		7 „	do.

Somit zeigen die in Serumbouillon dem diffusen Tageslicht ausgesetzten Streptokokken bis zu 4stündiger Belichtungszeit noch das gleiche Wachstumsvermögen wie vor der Belichtung, alsdann eine mehr und mehr sich geltend machende Verzögerung ihrer Wachstumsfähigkeit und von der 6. Stunde ab ein Aufgehobensein ihres Wachstums.

Tabelle II.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Serumbouillon bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
25. Sept. 1916	30,5° C (13,5)	0 Std.	+ nach 16 Std.
		½ „	do.
		1 „	do.
		1½ „	do.
		2 „	+ nach 2 Tagen
		2½ „	do.
		3 „	do.
		3½ „	+ nach 3 Tagen
		4 „	+ spärlich nach 3 Tagen
		4½ „	do.
26. Sept. 1916	30° C (13,3)	½ „	+ sehr spärlich nach 5 Tagen
		1 „	— nach 7 Tagen

Hieraus sehen wir, daß die in Serumbouillon suspendierten Streptokokken nach 1½stündiger Einwirkung der Sonnenstrahlen noch keine Verringerung ihrer Wachstumsenergie aufweisen, nach 2stündiger Insolation aber eine immer stärker auftretende Hemmung ihres Wachstumsvermögens sich zeigt, welche nach 5½stündiger Sonnenbelichtung zur völligen Vernichtung der Streptokokken führt.

Am 4. Oktober 1916 wurde die ganze Masse des Restes der dem Sonnenlicht ausgesetzten Kultur, nämlich 5 ccm in Serumbouillon eingeschüttet zwecks einwandfreier Feststellung, ob die 5½stündige Einwirkung des Sonnenlichtes imstande war, sämtliche Keime abzutöten, da bei der Ueberimpfung mit Platinösen allenfalls der Einwand gemacht werden könnte, daß lebende Keime zufällig in einem so kleinen Tröpfchen der Kultur nicht enthalten sind. Bei der Herausnahme des Reagensglases aus dem Brutschrank am 12. Oktober 1916 war noch kein Wachstum erfolgt, und zeigte sich nur in der Tiefe

am Boden des Reagensröhrchens ein leicht grauweiß gefärbter Satz, welcher von den abgestorbenen Keimen herrührte und mikroskopisch neben Streptokokken ziemlich viel Diplokokken aufwies.

Daß dieser Bodensatz keiner Vermehrung entsprach, ist sicher daraus zu entnehmen, daß das Wachstum der Streptokokken sich immer ausprägt durch starke, der Glaswand entlang auftretende Kokkenmengen.

Tabelle III.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Serumbouillon bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
26. Sept. 1916	17,5° C (13,3)	0 Std.	+ nach 16 Std.
		1/2 „	do.
		1 „	do.
		1 1/2 „	do.
		2 „	do.
		2 1/2 „	do.
		3 „	do.
		3 1/2 „	do.
		4 „	do.
		4 1/2 „	do.
		5 „	do.
		5 1/2 „	do.
		6 „	do.
		6 1/2 „	do.
		7 „	+ spärlich nach 2 Tagen
		7 1/2 „	do.
		8 „	do.
27. Sept. 1916	17,5° C (12,1)	1/2 „	do.
		1 „	+ spärlich nach 5 Tagen
		1 1/2 „	do.
		2 „	do.
		2 1/2 „	+ sehr spärlich nach 5 Tagen
		3 „	do.
		3 1/2 „	— nach 7 Tagen
		4 „	do.

Nach dieser Tabelle zeigen die Streptokokken noch dasselbe Wachstumsvermögen wie vor der Belichtung bis zu 7stündiger Belichtungszeit, sodann bis zu 10stündiger Be-

lichtung eine Abnahme ihres Wachstums, welche nach 11 ½ stündiger Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes mit dem Tode sämtlicher Keime endet; denn das mit dem Rest der belichteten Serumbouillon in gleicher Weise wie beim vorhergehenden Versuch eingeschlagene Verfahren zeitigte dasselbe Ergebnis.

Beim Vergleich der III. Tabelle mit der I. Tabelle dürfte wohl sogleich der Unterschied in der Abtötungszeit der Kulturen auffallen. Dieser Umstand ist damit in Zusammenhang zu bringen, daß ich beim 1. Versuch immer nur von derselben belichteten Stelle überimpfte, während ich bei allen übrigen Versuchen vor der Ueberimpfung die belichtete Kultur gut mischte, um sie erst dann zur Kontrollaussaat zu benützen. Uebrigens kann man hieraus ersehen, daß durch die Belichtung ein großer Teil der Bakterien rasch abstirbt, während die widerstandsfähigeren noch eine gewisse Zeit am Leben bleiben, und somit eine gewisse ungleiche Resistenz der Keime sich ergibt, welche ja selbstverständlich in verschiedenem Alters- und Reifungszustand in der Kultur sich vorfinden und demgemäß wohl kleine Unterschiede in der Tenazität erwarten lassen.

Tabelle IV.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Serumbouillon nach Eintrocknung bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
7. Okt. 1916	28,5° C (17,0)	0 Std.	+ nach 3 Tagen
		½ „	do.
		1 „	do.
		1½ „	do.
		2 „	do.
		2½ „	do.
		3 „	do.
		3½ „	do.
		4 „	do.
		4½ „	+ spärlich nach 3 Tagen
		5 „	do.
		5½ „	do.
		6 „	+ spärlich nach 5 Tagen
		6½ „	do.
		7 „	do.
		7½ „	— nach 7 Tagen
		8 „	do.

Tabelle V.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Serumbouillon nach Eintrocknung bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
5. Okt. 1916	15° C (13,0)	0 Std.	+ nach 3 Tagen
		2 „	do.
		4 „	do.
		7 „	do.
		9 „	do.
6. Okt. 1916	18° C (14,7)	2 „	do.
		3 „	do.
		4 „	do.
		5 „	+ spärlich nach 3 Tagen
7. Okt. 1916	19° C (17,0)	½ „	do.
		1 „	do.
		1½ „	do.
		2 „	do.
		2½ „	do.
		3 „	+ spärlich nach 5 Tagen
		3½ „	do.
		4 „	do.
		4½ „	do.
		5 „	— nach 7 Tagen
		5½ „	do.
		6 „	do.

Vergleichen wir die IV. mit der V. Tabelle, so sehen wir, daß bei der in Serumbouillon eingetrockneten Streptokokkenkultur eine Wachstumsverringerung durch direktes Sonnenlicht nach 4½ Stunden eintritt, welche mehr und mehr zurückgeht, um nach 7½stündiger Sonnenbestrahlung ihr Ende zu finden, während durch die Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes ein allmähliches Abflauen der Wachstumsenergie sich bemerkbar macht, welches nach 19stündiger Belichtung mit der Vernichtung sämtlicher Streptokokken endet, da sich nämlich trotz Einschüttens des Restes der Streptokokkenkultur in Serumbouillon nach vorherigem Abkratzen mittels eines sterilen Messers selbst nach 7tägigem Verweilen im Thermostaten kein Wachstum zeigte.

Tabelle VI.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Milch bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
15. Sept. 1916	13,5° C (8,2)	0 Std.	+ nach 1 Tag
		1 „	do.
		2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
16. Sept. 1916	14° C (9,9)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
		10 „	do.
18. Sept. 1916	15° C (11,1)	2 „	+ nach 2 Tagen
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
		10 „	do.
19. Sept. 1916	11° C (7,5)	2 „	+ spärlich nach 2 Tagen
		5 „	do.
		7 „	do.
		9 „	do.
20. Sept. 1916	11° C (7,9)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	+ spärlich nach 3 Tagen
		10 „	do.
21. Sept. 1916	10° C (7,8)	2 „	do.
		4 „	do.
		5 „	do.
		6 „	+ spärlich nach 5 Tagen
		7 „	do.
		8 „	— nach 7 Tagen
		9 „	do.
		10 „	do.

Bei den Versuchen mit der Milch mußte mit dem Umstande gerechnet werden, daß Milchfett die Kokken beschattet, und daß diese Annahme zutraf, ergab sich daraus, daß das Absterben der Kokken erst nach 24stündiger Be-

lichtung erfolgte, während die in Serumbouillon suspendierten und dem diffusen Tageslicht exponierten Streptokokken schon nach 11 Stunden ihre Wachstumsfähigkeit verloren.

Tabelle VII.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Milch bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	18° C (7,8)	0 Std.	+ nach 1 Tag
		1 „	do.
		2 „	do.
		3 „	do.
		4 „	+ nach 2 Tagen
		5 „	do.
		6 „	+ spärlich nach 3 Tagen
		7 „	do.
		8 „	+ spärlich nach 5 Tagen
4. Okt. 1916	28,5° C (12,6)	½ „	do.
		1 „	do.
		1½ „	do.
		2 „	+ sehr spärlich nach 5 Tagen
		2½ „	do.
		3 „	do.
		3½ „	do.
		4 „	do.
		4½ „	do.
		5 „	do.
		5½ „	do.
		6 „	do.
		6½ „	do.
		7 „	do.
		7½ „	— nach 7 Tagen
		8 „	do.

Wir sehen hieraus, daß, um die in Milch suspendierten Streptokokken zu vernichten, das Sonnenlicht beinahe 3mal mehr Zeit benötigte, als bei den in Serumbouillon verteilten, daß das Medium, in welchem sich die Keime befinden, von wesentlichem Einfluß auf die Abtötungszeit der Mikroben ist, da je klarer und durchsichtiger ein Substrat, um so zugänglicher dasselbe für die penetrierenden und bakteriziden Licht-

strahlen ist. Auch hier wurde der ganze Rest der belichteten Streptokokkenkultur in Serumbouillon eingeschüttet und zehn Tage lang in den Thermostaten gestellt; das vollständige Ausbleiben jeden Wachstums bewies, daß auch bei diesem Versuch mit Milch die Streptokokken vollständig vernichtet waren.

Tabelle VIII.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Milch nach Eintrocknung bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
5. Okt. 1916	15° C (13,0)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		2 „	do.
		4 „	do.
		7 „	do.
		9 „	do.
6. Okt. 1916	18° C (14,7)	3 „	do.
		5 „	do.
7. Okt. 1916	19° C (17,0)	4 „	do.
		7 „	do.
		9 „	do.
9. Okt. 1916	18° C (12,9)	4 „	+ nach 3 Tagen
		7 „	do.
		9 „	do.
10. Okt. 1916	19° C (13,2)	2 „	do.
		5 „	+ nach 5 Tagen
		7 „	do.
		10 „	do.
11. Okt. 1916	20° C (14,7)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	+ spärlich nach 5 Tagen
		8 „	do.
12. Okt. 1916	21° C (15,3)	½ „	do.
		1 „	do.
		1½ „	do.
		2 „	+ sehr spärlich nach 5 Tagen
		2½ „	do.
		3 „	do.
		3½ „	do.
		4 „	do.
		5 „	do.
		7 „	do.
		8 „	— nach 7 Tagen
		9 „	do.

Tabelle IX.

Streptococcus mastitidis vaccarum in Milch nach Eintrocknung bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
7. Okt. 1916	28,5° C (17,0)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		1 „	do.
		2 „	do.
		3 „	do.
		4 „	+ nach 3 Tagen
		6 „	do.
10. Okt. 1916	27° C (13,2)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
11. Okt. 1916	25,5° C (14,7)	1 „	+ spärlich nach 3 Tagen
		2 „	do.
		3 „	do.
		3½ „	+ sehr spärlich nach 3 Tagen
		4 „	do.
		4½ „	do.
		5 „	+ sehr spärlich nach 6 Tagen
		5½ „	do.
		6 „	— nach 7 Tagen
		6½ „	do.
		7 „	do.

Stellen wir die Resultate der VIII. und IX. Tabelle einander gegenüber, so sehen wir, daß das diffuse Tageslicht die völlige Vernichtung der in Milch eingetrockneten Streptokokken erst nach 58stündiger Einwirkung erreichte, das direkte Sonnenlicht aber bereits nach 18 Stunden. Eine Wachstumsverzögerung war durch die Sonnenbestrahlung nach 4 Stunden, durch das zerstreute Tageslicht nach 27 Stunden zu beobachten, während eine Verminderung der Wachstumsfähigkeit nach 13 bzw. 48 Stunden sich einstellte. Daß durch die Belichtung sämtliche Streptokokken abgetötet waren, wurde nachgewiesen an dem Ausbleiben des Wachstums, trotzdem wie bei früheren Versuchen der ganze Rest der Streptokokkenkultur nach vorherigem Abkratzen mittels eines sterilen Messers in Serumbouillon gebracht wurde, und letztere 10 Tage lang in den Thermostaten kam.

Sowohl wegen der Frage des optimalen Wachstums als auch um zu sehen, ob die Streptokokken nicht bloß in einem Substrat animaler Herkunft wachsen, sondern in einem Milieu, wie es die freie Natur bietet, wurden Umzüchtungen vorgenommen in Erbsenstrohwasser, Gelberübensaft, Pferde-, Rinder- und Ziegenharn, ferner in Abkochungen von Pferde- und Rindermist, Gehirnbrei, Stärkekleister mit Traubenzucker, Serumwasser 1 : 3 und 1 : 9, Rindergalle ohne Zusatz, Eisenbouillon, Serumbouillon 5 : 15 und 2 : 15, sowie in Blutbouillon.

Es sind schon von anderen Autoren Versuche auf Serumgelatineagarplatten, Agar, Gelatine, koaguliertem Serum, Milch, Bouillon, zuckerhaltigen Substraten und Kartoffeln angestellt worden mit dem Ergebnis, daß auf diesen Substraten die Mastitisstreptokokken mehr oder weniger gut gediehen.

Sterile Ziegenmilch, welche vor der Ueberimpfung mit Mastitisstreptokokken amphoter reagierte, wurde nach der Umzüchtung und dem üppigen Wachstum derselben sauer. Nichtsdestoweniger blieb die Milch zum Unterschied von der Angabe mancher Autoren, wie z. B. Adametz, unverändert, erst nach dem Kochen trat Gerinnung der Milch ein.

Der Züchtungsversuch in den genannten Milieus war mit Ausnahme der Umzüchtung in Milch, Serumbouillon (2 : 15 und 1 : 9) und Blutbouillon ohne jeden Erfolg.

Nach dem Ergebnis dieser Kulturversuche ist anzunehmen, daß der Streptococcus mastitidis vaccarum ein obligater Parasit ist, welcher in der Außenwelt keine günstigen Vermehrungsbedingungen findet.

Bisher ist bekannt, daß die Mastitisstreptokokken auf das Rind und die Ziege übertragbar sind (Bang, Zschokke u. a.). Ein Versuch, den ich am Schafe unternahm, fiel negativ aus. Von einer in Bouillon üppig gewachsenen Streptokokkenkultur wurden 2½ ccm mittels einer Spritze mit stumpfer Kanüle ohne Verletzung in die linke Zitze eines Schafes injiziert. Bei den mehrere Tage der injizierten und

nicht injizierten Zitze entnommenen und mikroskopisch untersuchten Milchproben zeigten sich die Streptokokken verschwunden.

In Anlehnung an die interessante Angabe Dieudonné's vom 28. Februar 1905, wonach das Bact. coli in nicht erhitzter Serum-Milchzucker-Lösung eine saure Reaktion hervorruft mit Bildung keines oder nur eines schwachen Niederschlages, und eine intensive Gerinnung erst durch Erhitzung eintritt, stellte ich Versuche mit Mastitisstreptokokken auch in Serumbouillon an. Die Serumbouillon reagierte vor der Ueberimpfung mit Mastitisstreptokokken neutral, nach dem Wachstum aber sauer mit Ausbleiben von Gerinnung, welch' letztere erst nach Kochen in Wasser (bei 60 °) eintrat.

Aus diesem Befund in Serumbouillon und Milch läßt sich entnehmen, daß die Mastitisstreptokokken Säureproduzenten sind, welche im Gegensatz zu dem Milchsäurebazillus eine Gerinnung der Milch in frischem, ungekochtem Zustande nicht bewerkstelligen. Dieses Ergebnis macht es nicht unwahrscheinlich, daß das häufige Vorkommen des beim Kochen plötzlich eintretenden Gerinnens anscheinend normaler Milch durch eine latente Ansiedelung von Bakterien verursacht sein kann.

Die Erwähnung Sven Wall's, daß die Mastitisstreptokokken mehr den Anaëroben zugehören, kann ich bestätigen auf Grund von Versuchen, welche ich mit Mastitisstreptokokken in Bouillon und Blutbouillon unter anaëroben Verhältnissen (Buchner's Pyrogallolmethode) anstellte, wobei dieselben ein üppigeres Wachstum zeigten als in Kulturen bei Luftzutritt.

II. Versuche mit Rauschbrand.

Versuch Nr. 1.

Von einer in einer Tube mit 50 ccm Inhalt sehr üppig gewachsenen und stark schäumenden Rauschbrandbouillonkultur vom 26. April 1916 wurde am 23. September 1916 die

klare, durchsichtige Bouillon mittels einer Spritze abgesogen, und nur der milchigtrübe, grauweiße Bodensatz von ca. 2 mm Höhe zu dem Versuch benützt. Von letzterem wurden 4 ccm in einer sterilen Petrischale dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt. Nach der Belichtung wurden jeweils je 3 Oesen von der Bouillonkultur in Eisenbouillon überimpft, worauf letztere in den Brutschrank kam.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Bodensatzrestes (mit Karbolthionin und nach Gram gefärbt) waren vorwiegend Clostridiumformen und Stäbchen, vereinzelt auch Sporen und diverse Involutionsformen sichtbar. 1 ccm des Bodensatzes wurde subkutan an ein Meerschweinchen verimpft, welches nach 19 Stunden an reinem Rauschbrand einging. Bei der kurz nach dem Tode erfolgten Sektion zeigte sich nämlich nach Abtrennung der Haut vom Kadaver die typische schwarzrote Verfärbung des Unterhautzellgewebes in einer fast über die ganze Rumpffläche sich hinziehenden Ausdehnung; in den beiden Abklatschpräparaten (mit Karbolthionin und nach Gram gefärbt) waren die Rauschbrandkeime durchweg nur als Stäbchen und Clostridiumformen, in der Mehrzahl einzeln, zuweilen auch zu zwei aneinanderhängend, wahrnehmbar.

Tabelle I.

Bac. sarcophysematos bovis in Bouillon bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
23. Sept. 1916	26,5° C (9,8)	0 Std.	+ nach 24 Stunden
		1 „	+ nach 48 Stunden
		2 „	do.
		3 „	do.
		4 „	do.
		7 „	do.
25. Sept. 1916	30,5° C (13,5)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
26. Sept. 1916	30° C (13,3)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	+ spärlich nach 48 Stunden

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
27. Sept. 1916	28,5° C (12,1)	2 Std.	+ spärlich nach 48 Stunden
		4 „	do.
		7 „	do.
28. Sept. 1916	26° C (12,6)	1 „	+ sehr spärlich nach 48 Stunden
		2 „	do.
		3 „	— nach 7 Tagen
		4 „	do.
		6 „	do.

Somit zeigen die Rauschbrandkeime schon nach 1stündiger Insolation eine Wachstumsverzögerung, welche nach 23stündiger Belichtung in eine Wachstumsverringerung übergeht und nach 32stündiger Sonneneinwirkung den Tod sämtlicher Keime herbeiführt. Eisenbouillon erwies sich für die Kontrolle als der zweckmäßigste Nährboden, da jedesmal durch üppiges Schäumen schon nach 24 Stunden das Wachstum sich offenbarte.

Am 6. Oktober 1916 wurde der ganze Rest in der Petrischale in Eisenbouillon geschüttet und bis zum 12. Oktober 1916 in den Thermostaten gestellt, wo sich noch kein Wachstum zeigte. Im mikroskopischen Gesichtsfeld waren Sporen und Involutionsformen zu sehen. Am 12. Oktober 1916 wurden 2 ccm von dieser Eisenbouillon subkutan an ein Meerschweinchen verimpft, welches jedoch noch nach 5 Tagen vollkommen gesund war, ein Beweis dafür, daß durch die 32stündige Belichtung des direkten Sonnenlichtes nicht nur die Rauschbrandbazillen, sondern auch die bekanntlich so sehr resistente Sporenform vernichtet wurde.

Versuch Nr. 2.

Die Versuchsanordnung und das Alter dieser Kultur waren dieselben wie beim vorhergehenden Versuch. Mikroskopisch (mit Karbolthionin und nach Gram gefärbt) präsentierten sich die Rauschbrandkeime im Bodensatz der Kultur teils in Stäbchenform, teils in Clostridiumformen, wobei vereinzelt ein Auswachsen zu gegliederten Fäden, ferner Sporenbildung und verschiedene Degenerationsformen zu beobachten waren. Mit 1 ccm des Bodensatzes wurde ein Meerschweinchen subkutan geimpft, welches innerhalb 20 Stunden an typischem Rauschbrand (Sektionsergebnis und mikroskopischer Befund) zugrunde ging.

Tabelle II.

Bac. sarcophysematos bovis in Bouillon bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
14. Sept. 1916	13° C (8,8)	0 Std.	+ nach 24 Stunden
		3 „	do.
		7 „	do.
15. Sept. 1916	13,5° C (8,2)	5 „	do.
		10 „	do.
16. Sept. 1916	14° C (9,9)	4 „	do.
		10 „	do.
18. Sept. 1916	15° C (11,1)	4 „	+ nach 48 Stunden
		10 „	do.
19. Sept. 1916	11° C (7,5)	4 „	do.
		10 „	do.
20. Sept. 1916	11° C (7,9)	4 „	do.
		10 „	do.
21. Sept. 1916	10° C (7,8)	4 „	do.
		10 „	do.
22. Sept. 1916	12° C (7,7)	3 „	do.
		9 „	do.
23. Sept. 1916	15,5° C (9,8)	5 „	+ spärlich nach 48 Stunden
		8 „	do.
25. Sept. 1916	17,5° C (13,5)	3 „	do.
		5 „	do.
		9 „	+ sehr spärlich nach 48 Stunden
26. Sept. 1916	17,5° C (13,3)	4 „	do.
		8 „	do.
		10 „	do.
27. Sept. 1916	17,5° C (12,1)	1 „	do.
		3 „	— nach 7 Tagen
		5 „	do.
		7 „	do.

Hieraus sehen wir, daß die Rauschbrandkeime noch dasselbe Wachstumsvermögen wie vor der Belichtung bis zu 31stündiger Belichtungszeit zeigen, sodann bis zu 76stündiger Belichtung eine Wachstumsverzögerung, welche nach 81stündiger Einwirkung des diffusen Tageslichtes in eine Wachstumsverringerung übergeht und nach 106 Stunden mit der Vernichtung der Rauschbrandkeime ihr Ende findet; denn das mit dem Rest der belichteten Bouillonkultur in derselben

Weise wie beim vorigen Versuch eingeschlagene Verfahren führte zum gleichen Resultat. Mikroskopisch konnten in dem Bodensatz die abgestorbenen Bakterien in Form von Stäbchen, Sporen und Degenerationsformen nachgewiesen werden. Bei der subkutanen Impfung eines Meerschweinchens mit 2 ccm der Eisenbouillon konnten selbst nach 5 Tagen keine Krankheitssymptome an dem Versuchstier wahrgenommen werden, was auch ein weiterer Beweis für die Abtötung des Rauschbrandvirus nach 106stündiger Einwirkung des Tageslichtes ist.

Versuche Nr. 3 und 4.

Von zwei in Tuben mit je 50 ccm Inhalt reichlich gewachsenen und schäumenden Rauschbrandbouillonkulturen vom 27. Juli 1916 wurde wie bei den vorhergehenden Versuchen nur der grauweiße Bodensatz nach Entfernung der übrigen Bouillon mittels einer Spritze zu dem Experiment verwandt. Von dem Bodensatz wurden je 5 ccm in Petrischalen im Brutschrank eingetrocknet und dann dem Sonnenlicht und zerstreuten Tageslicht exponiert, worauf nach stattgefundener Belichtung jedesmal etwas von der eingetrockneten Masse mit einem sterilen Messer abgekratzt und in Eisenbouillon überimpft wurde. Der mikroskopische Befund und das Impfergebnis waren so ziemlich dieselben wie beim 1. Versuch.

Tabelle III.

Bac. sarcophysematos bovis in Bouillon nach Eintrocknung bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
10. Okt. 1916	27° C (13,2)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
11. Okt. 1916	25,5° C (14,7)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	+ nach 3 Tagen
		8 „	do.
12. Okt. 1916	27° C (15,3)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	+ nach 6 Tagen

Datum	Höchste Tages-temperatur	Belichtungs-dauer	Wachstum
13. Okt. 1916	25° C (12,3)	2 Std.	+ nach 6 Tagen
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
14. Okt. 1916	29° C (12,8)	1 „	do.
		2 „	do.
		3 „	do.
		4 „	— nach 7 Tagen
		5 „	do.

Nach dieser Tabelle war nach 14stündiger Insolation eine Verzögerung der Wachstumsfähigkeit zu beobachten, welche immer mehr zunahm und nach 36stündiger Einwirkung der Sonnenstrahlen den Tod sämtlicher Rauschbrandkeime bewirkte.

Am 21. Oktober 1916 wurde der Rest der eingetrockneten belichteten Rauschbrandbouillonkultur mittels eines sterilen Messers von der Petrischale abgekratzt, mit etwas steriler Kochsalzlösung vermischt und aufgelöst und subkutan an ein Meerschweinchen verimpft, welches nach 1 Woche noch ganz gesund war, ein Umstand, welcher außer der Vernichtung der Rauschbrandkeime auch für die Abtötung des Rauschbrandvirus durch 36stündige Insolation spricht.

Tabelle IV.

Bac. sarcophysematos bovis in Bouillon nach Eintrocknung bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tages-temperatur	Belichtungs-dauer	Wachstum
10. Okt. 1916	19° C (13,2)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		5 „	do.
		10 „	do.
11. Okt. 1916	20° C (14,7)	5 „	do.
12. Okt. 1916	21° C (15,3)	4 „	do.
		9 „	do.
13. Okt. 1916	15,5° C (12,3)	5 „	do.
		10 „	+ nach 3 Tagen
14. Okt. 1916	16° C (12,8)	4 „	do.
		9 „	do.
16. Okt. 1916	8° C (5,4)	4 „	do.
		9 „	do.
18. Okt. 1916	11,5° C (7,0)	3 „	do.
		6 „	do.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
19. Okt. 1916	11° C (6,4)	4 Std.	+ nach 3 Tagen
		9 „	do.
20. Okt. 1916	0° C (0,5)	4 „	+ nach 5 Tagen
21. Okt. 1916	0° C (0,4)	5 „	do.
23. Okt. 1916	7° C (3,5)	5 „	do.
24. Okt. 1916	8° C (6,0)	5 „	do.
27. Okt. 1916	9° C (6,2)	5 „	do.
30. Okt. 1916	10° C (7,5)	5 „	do.
31. Okt. 1916	16,5° C (14,5)	5 „	do.

Wir sehen hieraus, daß das diffuse Tageslicht nach 34stündiger Einwirkung eine Wachstumsverzögerung bedingt, welche immer weiter um sich greift, und daß eine 101stündige Belichtung des zerstreuten Tageslichtes noch nicht imstande ist, eine Abtötung der in Bouillon eingetrockneten Rauschbrandkeime zu bewerkstelligen.

III. Versuche mit Tetanus.

Von 4 am 12. September 1916 angelegten und anaërob (Buchner's Pyrogallolmethode) im Brutschrank gezüchteten Tetanusbouillonkulturen wurde am 29. September 1916 aus den je 50 ccm fassenden Tuben die klare Bouillon mittels einer Spritze abgesogen bis auf den trüben Bodensatz von ca. 3 mm Höhe, welcher in 4 Petrischalen ausgegossen wurde. Von letzteren kamen 2 zwecks Eintrocknung ihres Inhaltes 3 Tage lang in den Brutschrank, worauf je eine Tetanuskultur in getrocknetem und flüssigem Zustand dem direkten Sonnenlicht und dem diffusen Tageslicht ausgesetzt wurde. Von Zeit zu Zeit (s. Tabellen) wurden den Petrischalen mit flüssigem Inhalt je 3 Oesen entnommen, von den Petrischalen mit eingetrocknetem Inhalt aber mit einer sehr starken sterilen Platinöse ein wenig abgekratzt, in Eisenbouillon überimpft und letztere wegen des langsamen Wachstums des Tetanus stets 7 Tage lang in den Brutschrank gestellt. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Bodensatzes waren außer den vegetativen Stäbchenformen zahllos die charakteristischen Sporenformen wahrnehmbar.

Tabelle I.

Bac. tetani in Bouillon bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	12° C (7,8)	0 Std.	+ nach 7 Tagen
		5 „	do.
		10 „	do.
3. Okt. 1916	13° C (8,7)	5 „	do.
		10 „	do.
4. Okt. 1916	16° C (12,6)	5 „	do.
		10 „	do.
5. Okt. 1916	15° C (13,0)	5 „	do.
		10 „	do.
6. Okt. 1916	18° C (14,7)	5 „	do.
		10 „	do.
7. Okt. 1916	19° C (17,0)	5 „	do.
		10 „	do.
9. Okt. 1916	18° C (12,9)	4 „	do.
		9 „	do.
10. Okt. 1916	19° C (13,2)	5 „	do.
		10 „	do.
11. Okt. 1916	20° C (14,7)	3 „	do.
		8 „	do.
12. Okt. 1916	21° C (15,3)	4 „	do.
		9 „	do.
13. Okt. 1916	15,5° C (12,3)	5 „	do.
		10 „	do.
14. Okt. 1916	16° C (12,8)	4 „	do.
		9 „	do.
16. Okt. 1916	8° C (5,4)	4 „	do.
		9 „	do.
17. Okt. 1916	8° C (5,1)	4 „	do.
		9 „	do.
18. Okt. 1916	11,5° C (7,0)	4 „	do.
		9 „	do.
19. Okt. 1916	11° C (6,4)	4 „	do.
		9 „	do.
20. Okt. 1916	0° C (0,5)	4 „	do.
21. Okt. 1916	0° C (0,4)	5 „	do.
23. Okt. 1916	7° C (3,5)	5 „	do.
24. Okt. 1916	8° C (6,0)	5 „	do.
27. Okt. 1916	9° C (6,2)	5 „	do.
30. Okt. 1916	10° C (7,5)	5 „	do.
31. Okt. 1916	16,5° C (14,5)	5 „	do.

Tabelle II.

Bac. tetani in Bouillon bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	18° C (7,8)	0 Std.	+ nach 7 Tagen
		4 „	do.
		8 „	do.
4. Okt. 1916	28,5° C (12,6)	6 „	do.
7. Okt. 1916	28,5° C (17,0)	6 „	do.
10. Okt. 1916	27° C (13,2)	6 „	do.
11. Okt. 1916	25,5° C (14,7)	6 „	do.
12. Okt. 1916	27° C (15,3)	6 „	do.
13. Okt. 1916	25° C (12,3)	4 „	do.
		8 „	do.
14. Okt. 1916	29° C (12,8)	4 „	do.
23. Okt. 1916	17° C (3,5)	4 „	do.
24. Okt. 1916	16° C (6,0)	2 „	do.
27. Okt. 1916	20,5° C (6,2)	5 „	do.
31. Okt. 1916	28,5° C (14,5)	4½ „	do.

Tabelle III.

Bac. tetani in Bouillon nach Eintrocknung bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	12° C (7,8)	0 Std.	+ nach 7 Tagen
		5 „	do.
		10 „	do.
3. Okt. 1916	13° C (8,7)	5 „	do.
		10 „	do.
4. Okt. 1916	16° C (12,6)	5 „	do.
		10 „	do.
5. Okt. 1916	15° C (13,0)	5 „	do.
		10 „	do.
6. Okt. 1916	18° C (14,7)	5 „	do.
		10 „	do.
7. Okt. 1916	19° C (17,0)	5 „	do.
		10 „	do.
9. Okt. 1916	18° C (12,9)	4 „	do.
		9 „	do.
10. Okt. 1916	19° C (13,2)	5 „	do.
		10 „	do.
11. Okt. 1916	20° C (14,7)	3 „	do.
		8 „	do.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
12. Okt. 1916	21° C (15,3)	4 Std.	+ nach 7 Tagen
		9 „	do.
13. Okt. 1916	15,5° C (12,3)	5 „	do.
		10 „	do.
14. Okt. 1916	16° C (12,8)	4 „	do.
		9 „	do.
16. Okt. 1916	8° C (5,4)	4 „	do.
		9 „	do.
17. Okt. 1916	8° C (5,1)	4 „	do.
		9 „	do.
18. Okt. 1916	11,5° C (7,0)	4 „	do.
		9 „	do.
19. Okt. 1916	11° C (6,4)	4 „	do.
		9 „	do.
20. Okt. 1916	0° C (0,5)	4 „	do.
21. Okt. 1916	0° C (0,4)	5 „	do.
23. Okt. 1916	7° C (3,5)	5 „	do.
24. Okt. 1916	8° C (6,0)	5 „	do.
27. Okt. 1916	9° C (6,2)	5 „	do.
30. Okt. 1916	10° C (7,5)	5 „	do.
31. Okt. 1916	16,5° C (14,5)	5 „	do.

Tabelle IV.

Bac. tetani in Bouillon nach Eintrocknung bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	18° C (7,8)	0 Std	+ nach 7 Tagen
		4 „	do.
		8 „	do.
4. Okt. 1916	28,5° C (12,6)	6 „	do.
7. Okt. 1916	28,5° C (17,0)	6 „	do.
10. Okt. 1916	27° C (13,2)	6 „	do.
11. Okt. 1916	25,5° C (14,7)	6 „	do.
12. Okt. 1916	27° C (15,3)	6 „	do.
13. Okt. 1916	25° C (12,3)	4 „	do.
		8 „	do.
14. Okt. 1916	29° C (12,8)	4 „	do.
23. Okt. 1916	17° C (3,5)	4 „	do.
24. Okt. 1916	16° C (6,0)	2 „	do.
27. Okt. 1916	20,5° C (6,2)	5 „	do.
31. Okt. 1916	28,5° C (14,5)	4 ½ „	do.

Somit ergibt sich, daß der Tetanusbazillus durch 185stündige Einwirkung des diffusen Tageslichtes sowie durch $65\frac{1}{2}$stündige Sonnenbestrahlung weder in flüssigem noch in eingetrocknetem Zustande vernichtet werden konnte. Dieser Umstand zeigt deutlich, daß der Tetanusbazillus nicht bloß infolge des Schattens der Erde, sondern auch bei Sonnenbelichtung sehr resistent sich erweist, und spricht diese Eigenschaft wohl auch für die große Verbreitung des Tetanus.

IV. Versuche mit Botulinus.

Am 12. September 1916 wurden 4 Botulinusbouillonkulturen angelegt und unter anaëroben Verhältnissen (Buchner's Pyrogallolmethode) gezüchtet. Am 29. September 1916 wurde der 50 ccm fassende ziemlich klare Inhalt der 4 Tuben bis auf den getrübten Bodensatzrest von ca. 3 mm Höhe mittels einer Spritze entfernt. In dem mikroskopischen Bilde trat der Bac. botulinus vereinzelt als Stäbchen auf, in der überwiegenden Mehrheit waren jedoch Sporen zu sehen. Mit dem Bodensatz in den 4 Tuben wurde dasselbe Verfahren wie bei den Tetanusbazillen eingeschlagen. Eisenbouillon erwies sich auch hier als der geeignetste Nährboden für die Kontrolle, da Wachstum jeweils durch reichliches Schäumen schon nach 2 Tagen sich zeigte.

Tabelle I.

Bac. botulinus in Bouillon bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	18° C (7,8)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		4 „	do.
		8 „	+ nach 3 Tagen
4. Okt. 1916	28,5° C (12,6)	6 „	do.
7. Okt. 1916	28,5° C (17,0)	6 „	do.
10. Okt. 1916	27° C (13,2)	6 „	do.
11. Okt. 1916	25,5° C (14,7)	6 „	+ nach 7 Tagen
12. Okt. 1916	27° C (15,3)	6 „	do.
13. Okt. 1916	25° C (12,3)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
14. Okt. 1916	29° C (12,8)	2 „	do.
		4 „	— nach 7 Tagen
		6 „	do.
		8 „	do.

Tabelle II.

Bac. botulinus in Bouillon nach Eintrocknung bei direktem Sonnenlicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	18° C (7,8)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		4 „	do.
		8 „	do.
4. Okt. 1916	28,5° C (12,6)	6 „	+ nach 3 Tagen
7. Okt. 1916	28,5° C (17,0)	6 „	do.
10. Okt. 1916	27° C (13,2)	6 „	do.
11. Okt. 1916	25,5° C (14,7)	6 „	do.
12. Okt. 1916	27° C (15,3)	6 „	+ nach 7 Tagen
13. Okt. 1916	25° C (12,3)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
14. Okt. 1916	29° C (12,8)	2 „	do.
		4 „	do.
		6 „	do.
		8 „	do.
23. Okt. 1916	17° C (3,5)	2 „	— nach 7 Tagen
		4 „	do.

Tabelle III.

Bac. botulinus in Bouillon bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	12° C (7,8)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		5 „	do.
		10 „	do.
3. Okt. 1916	13° C (8,7)	5 „	+ nach 3 Tagen
		10 „	do.
4. Okt. 1916	16° C (12,6)	5 „	do.
		10 „	do.
5. Okt. 1916	15° C (13,0)	5 „	do.
		10 „	do.
6. Okt. 1916	18° C (14,7)	5 „	do.
		10 „	do.
7. Okt. 1916	19° C (17,0)	5 „	do.
		10 „	do.
9. Okt. 1916	18° C (12,9)	4 „	do.
		9 „	do.
10. Okt. 1916	19° C (13,2)	5 „	do.
		10 „	do.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
11. Okt. 1916	20° C (14,7)	3 Std.	+ nach 3 Tagen
		8 „	do.
12. Okt. 1916	21° C (15,3)	4 „	do.
		9 „	do.
13. Okt. 1916	15,5° C (12,3)	5 „	do.
		10 „	do.
14. Okt. 1916	16° C (12,8)	4 „	do.
		9 „	do.
16. Okt. 1916	8° C (5,4)	4 „	do.
		9 „	do.
17. Okt. 1916	8° C (5,1)	4 „	do.
		9 „	do.
18. Okt. 1916	11,5° C (7,0)	4 „	do.
		9 „	do.
19. Okt. 1916	11° C (6,4)	4 „	do.
		9 „	+ nach 5 Tagen
20. Okt. 1916	0° C (0,5)	4 „	do.
21. Okt. 1916	0° C (0,4)	5 „	do.
23. Okt. 1916	7° C (3,5)	5 „	do.
24. Okt. 1916	8° C (6,0)	5 „	do.
27. Okt. 1916	9° C (6,2)	5 „	do.
30. Okt. 1916	10° C (7,5)	5 „	do.
31. Okt. 1916	16,5° C (14,5)	5 „	do.

Tabelle IV.

Bac. botulinus in Bouillon nach Eintrocknung bei diffusem Tageslicht.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
2. Okt. 1916	12° C (7,8)	0 Std.	+ nach 2 Tagen
		5 „	do.
		10 „	do.
3. Okt. 1916	13° C (8,7)	5 „	+ nach 4 Tagen
		10 „	do.
4. Okt. 1916	16° C (12,6)	5 „	do.
		10 „	do.
5. Okt. 1916	15° C (13,0)	5 „	do.
		10 „	do.
6. Okt. 1916	18° C (14,7)	5 „	do.
		10 „	do.
7. Okt. 1916	19° C (17,0)	5 „	do.
		10 „	do.

Datum	Höchste Tagestemperatur	Belichtungsdauer	Wachstum
9. Okt. 1916	18° C (12,9)	4 Std.	+ nach 4 Tagen
		9 „	do.
10. Okt. 1916	19° C (13,2)	5 „	do.
		10 „	do.
11. Okt. 1916	20° C (14,7)	3 „	do.
		8 „	do.
12. Okt. 1916	21° C (15,3)	4 „	do.
		9 „	do.
13. Okt. 1916	15,5° C (12,3)	5 „	do.
		10 „	do.
14. Okt. 1916	16° C (12,8)	4 „	do.
		9 „	do.
16. Okt. 1916	8° C (5,4)	4 „	do.
		9 „	do.
17. Okt. 1916	8° C (5,1)	4 „	do.
		9 „	do.
18. Okt. 1916	11,5° C (7,0)	4 „	do.
		9 „	do.
19. Okt. 1916	11° C (6,4)	4 „	do.
		9 „	do.
20. Okt. 1916	0° C (0,5)	4 „	do.
21. Okt. 1916	0° C (0,4)	5 „	do.
23. Okt. 1916	7° C (3,5)	5 „	do.
24. Okt. 1916	8° C (6,0)	5 „	do.
27. Okt. 1916	9° C (6,2)	5 „	do.
30. Okt. 1916	10° C (7,5)	5 „	do.
31. Okt. 1916	16,5° C (14,5)	5 „	do.

Aus diesen Tabellen ist ersichtlich, daß der Botulinus in eingetrocknetem Zustand durch 56stündige Insolation seine Wachstumsfähigkeit verlor, und schon eine 50stündige Sonnenbestrahlung der flüssigen Bouillonkultur zur Hervorbringung dieser Wirkung genügte, und daß eine 185stündige Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes noch nicht ausreichte, um den Botulinus sowohl in flüssigem als eingetrocknetem Zustand abzutöten.

Tierversuche waren leider negativ und konnten nicht weiter herangezogen werden, da der von Dr. Kral bezogene Botulinusstamm im Laufe der Zeit sich sehr toxinarm erwies.

Ehe ich meine Arbeit abschließe, möchte ich noch anführen, daß die Aussetzungen dem Sonnenlicht an meist klaren, wolkenlosen Tagen vorgenommen wurden. Wenn sich die Versuche auch bis in den Herbst hinein erstreckten,

so zeigte die Sonne trotzdem noch eine erstaunliche Kraft in der Abtötung von Bakterien.

Zusammenfassung.

1. Meine Untersuchungen bestätigen die von einzelnen Autoren früher erkundete Tatsache, daß die Mastitisstreptokokken zu den wenig resistenten Keimen gehören; sie haben im speziellen bewiesen, daß die Streptokokken der Mastitis in der Milch und in künstlichen Nährböden durch das direkte Sonnenlicht im allgemeinen schon in der Zeit von 5½ bis 15½ Stunden absterben und bei zerstreutem Tageslicht in der Zeit zwischen 11½ bis 54 Stunden. Die genannte längere Zeitdauer betrifft das Verhalten in der undurchsichtigen Milch, während in den durchsichtigen Nährböden die Vernichtung schneller vor sich geht.

Getrocknetes Material verhielt sich um einige Stunden länger resistent als wie das feuchte.

2. Aus meinen Kulturversuchen in verschiedenen Nährböden ist zu schließen, daß die Mastitisstreptokokken in der Außenwelt wenig günstige Vermehrungsbedingungen finden, da sie auf keinem pflanzlichen Substrat gedeihen und (entgegen der Angabe anderer Autoren) nicht einmal im Harn der Rinder und anderer Haustiere wachsen.

3. Beim Austrocknen in Milch und Serumbouillon zeigten sich die Streptokokken noch nach 14 Tagen lebend.

4. Milch, in welcher Mastitisstreptokokken gewachsen sind, wird allmählich sauer, bleibt aber doch ungeronnen und gerinnt erst beim Kochen; ebenso verhalten sich Serumbouillonkulturen.

5. Die Keime des Rauschbrandes verhalten sich in feuchtem Zustand gegen Lichteinwirkung in auffallender Weise resistent, indem ein Absterben im Sonnenlicht nicht vor 30stündiger Belichtung erfolgte, während im zerstreuten Tageslicht die völlige Vernichtung erst nach 106 Stunden eintrat; das getrocknete Material überdauerte noch diese Zeit.

6. In Bouillon suspendierte Tetanusbazillen konnten

durch 185 stündige Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes sowie durch 65 ½ stündige Sonnenbestrahlung weder in feuchtem noch in eingetrocknetem Zustand vernichtet werden.

7. Kulturen des Bac. botulinus erwiesen sich bei direktem Sonnenlicht in feuchtem Zustand in 50 Stunden, in getrocknetem Zustand in 56 Stunden abgetötet; das zerstreute Tageslicht vermochte noch nach 185 Stunden keine abtötende Wirkung auf den Botulinusbazillus hervorzubringen.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Kitt, für die gütigen Ratschläge und Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur.

Arloing, Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogènes du Bacillus anthracis. Compt. rend. Tome C, 1885.

Derselbe, Influence du soleil sur la végétabilité de spores du Bac. anthracis. Compt. rend. Tome C I, 1885.

Derselbe, Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bac. anthracis. Compt. rend. Tome C I, 1885.

Derselbe, Influence de la lumière blanche et ses rayons constituants sur le développement et les propriétés du Bac. anthracis. Arch. de physiol. normale et path. Tome VII, Nr. 3, 1886.

Derselbe, Les spores du Bac. anthracis sont réellement tuées par la lumière solaire. Compt. rend. Tome C IV, 1887.

Beck u. Schultz, Ueber die Einwirkung des sog. monochromatischen Lichtes auf die Bakterienentwicklung. Zeitschr. f. Hygiene Bd. XXIII, 1896, S. 490.

Bie, Die Anwendung des Lichtes in der Medizin. Mit besonderer Berücksichtigung von Prof. Finsens Lebenswerk. Wiesbaden 1905. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 38, S. 715.

Buchner, Ueber den Einfluß des Lichtes auf Bakterien. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XI, 1892.

Derselbe, Ueber den Einfluß des Lichtes auf Bakterien. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XII, 1893.

Derselbe, Ueber den Einfluß des Lichtes auf Bakterien und über Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hygiene Bd. XVII, 1893.

Bujwid, Ueber Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf Bakterien. 1911. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 51, S. 617.

Calcaterra, Intorno all' azione dei raggi di Röntgen sulla tossina difterica. 1909. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 46, S. 629.

Charrin, Agents atmosphériques et microbes. Le génie épidémique autrefois et aujourd'hui. La semaine méd. 1893, Nr. 54.

Chmiliewski, Zur Frage über den Einfluß des Sonnen- und des

elektrischen Lichtes auf pyogene Mikroben. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. XVI. 1894, Nr. 23, S. 983.
Conor, Action de la lumière et des hypochlorites sur le vibrion cholérique. Bull. de la Soc. de Path. exot. Tome 5, 1912, S. 167.
Cordier, Péju et Rajat, Influence de la lumière blanche diffuse et de ses diverses radiations sur la fonction chromogène de Micrococcus prodigiosus. 1908. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 44, S. 627.
Courmont, Nogier et Rochaix, L'eau stérilisée par les rayons ultraviolets contient-elle de l'eau oxygénée? Pouvoir stérilisant de l'eau oxygénée. 1910. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 49, S. 794.
Courmont, Die Sterilisation des Trinkwassers durch ultraviolette Strahlen. 1911. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 51, S. 616.
Dieudonné, Beiträge zur Beurteilung der Einwirkung des Lichtes auf Bakterien. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. IX, 1894, S. 405.
Derselbe. Ueber die Bedeutung des Wasserstoffsuperoxydes. Ebenda, S. 537.
Downes u. Blunt, Researches on the Effect of light upon Bacteria and other Organisms. Proceedings of the Royal Society of London Vol. XXVI, 1877, S. 488.
Dieselben, On the influence of light upon Protoplasm. Proceed. of the Royal Soc. Vol. XXVIII, 1878.
Dieselben, On the action of sunlight on Microorganisms with demonstration of the influence of diffused light. Proc. of the Roy. Soc. Vol. XL, Nr. 242, 1886, 14. Jan.
Duclaux, Influence de la lumière du soleil sur la vitalité des germes de microbes. Compt. rend. Tome C, 1885.
Derselbe, Sur la durée de la vie chez les germes des microbes. Ann. de chimie et de physiol. Ser. 6, Tome V, 1885.
Derselbe, Influence de la lumière du soleil sur la vitalité de micrococcus. Compt. rend. Tome C I.
Derselbe, Annales de l'institut Pasteur 1887, Nr. 2, S. 88.
Eberle, Untersuchungen über Sporulation der Milzbrandkeime und ihre Bedeutung für die Nachprüfung der Milzbranddiagnose. Berlin 1907. Zentralbl. f. Bakt. Ref. 1909, Bd. 43, S. 702.
Ernst, Milchhygiene für Tierärzte. 1913.
v. Esmarch, Ueber Sonnendesinfektion. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. XVI, 1895.
Fermi u. Celli, Beitrag zur Kenntnis des Tetanusgiftes. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XII, Nr. 18, 1892.
Fermi u. Pernossi, Wirkung des Sonnenlichtes auf das Tetanusgift. Zeitschr. f. Hygiene Bd. XVI, 1894.
Flemming, Physiologische und pathologische Wirkungen des Höhenklimas bei Hochfahrten im Freiballon. Deutsche med. Wochenschr. 1911, S. 2071.
Gaillard, De l'influence de la lumière sur les Microorganismes. Lyon 1888.
Gardenghi, Sull' azione bactericida della luce nelle diverse zone dello spettro. 1908. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 42, S. 324.
Geißler, Zur Frage über die Wirkung des Lichtes auf Bakterien. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XI, 1892.
Heim, Lehrbuch der Bakteriologie mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden, Diagnostik und Immunitätslehre. Stuttgart 1911.

Henri-Cernovodeanu, Henri, Victor et Baroni, Action des rayons ultraviolets sur les bacilles tuberculeux et sur la tuberculine. 1910. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 49, S. 794.
Mme. Henri et V. Henri, Technique de l'infection artificielle de l'eau pour l'étude de l'action stérilisante des rayons ultraviolets. 1911. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 49, S. 794.
v. Hibler, Untersuchungen über die pathogenen Anaëroben. Jena 1908.
Hoffmann, Die internationale Pestkonferenz in Mukden. April 1911. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 53, S. 97.
Hutyra u. Marek, Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere. Jena 1913.
Jaeger, Die Bakteriologie des täglichen Lebens. 1909.
Jamieson, The Influence of Light on the Development of Bacteria. Nature Vol. XXVI, 1882.
Derselbe, The Influence of Light on Bacteria. Transact. and Proceed. of the Royal Soc. of Victoria Vol. XX, 1882.
Janowski, Zur Biologie der Typhusbazillen. Zentralbl. f. Bakt. Bd. VIII, Nr. 6, 1890.
Jansen, Ueber die Resistenz des Tuberkulins dem Licht gegenüber. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XLI, S. 775.
Joest, Schweineseuche und Schweinepest. Jena 1906, S. 23.
Kedzior, Ueber den Einfluß des Sonnenlichtes auf Bakterien. Arch. f. Hyg. Bd. 36, S. 323, 1899.
Kitasato, Experimentelle Untersuchungen über das Tetanusgift. Zeitschr. f. Hygiene Bd. X, 1891.
Kitt, Bakterienkunde und pathologische Mikroskopie. Wien 1903.
Derselbe, Euterentzündungen und deren Erreger. 1912.
Klingmüller u. Halberstaedter, Ueber die bakterizide Wirkung des Lichtes bei der Finsenbehandlung. Deutsche med. Wochenschr. Bd. XXXI, Nr. 14, S. 537, 1905.
R. Koch, Ueber bakteriologische Forschung. Vortrag auf dem X. internationalen Kongreß. Berlin 1890. Verhandlungen Bd. I.
Kolle u. Hetsch, Die experimentelle Bakteriologie und die Infektionskrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Immunitätslehre. Berlin, Wien 1911.
Kolle u. Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. Jena 1903.
Kotljar, Zur Frage über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien. Wratsch Nr. 39—40, 1892, Ref. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XII, S. 836.
Kruse, Ueber die hygienische Bedeutung des Lichtes. Zeitschr. f. Hygiene Bd. XIX, 1895.
Lemoine, Action de la lumière solaire sur la vitalité et la virulence du bacille d'Eberth. 1910. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 50, S. 286.
Lübbert, Der Staphylococcus pyogenes aureus und der Osteomyelitiscoccus. Würzburg 1886.
Martin, Studien über den Einfluß der Tropensonne auf pathogene Bakterien. Münch. med. Wochenschr. 1906, S. 2521.
Migneco, Wirkung des Sonnenlichtes auf die Virulenz der Tuberkelbazillen. Ref. Arch. f. Hygiene Bd. XXV, 1895.
Momont, Action de la desiccation, de l'air et de la lumière sur la bactéridie filamenteuse. Annales de l'Institut Pasteur 1892, Nr. 1.
Müller, Ueber Wassersterilisation mittels ultravioletter Strahlen. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt 1912, Bd. XLIII, S. 475.

Murata, Die epidemiologischen Beobachtungen anläßlich der Pestseuche in der Südmandschurei. Zeitschr. f. Hygiene Bd. 73, 1912, H. 2, S. 245.
Neumark, Beitrag zur Frage der desinfizierenden Wirkung des Lichtes. Sein Einfluß auf tierpathogene Erreger. Zentralbl. f. Bakt. Ref. 1909, Bd. 42, S. 323.
Nocard, Recueil de Médecine vétérinaire 1885.
Oker-Blom, Ueber die Wirkungsart des ultravioletten Lichtes auf Bakterien. Zeitschr. f. Hygiene 1913, Bd. 74, S. 242.
Orsi, Einfluß des Sonnenlichtes auf die Virulenz des Typhusbazillus und des Choleravibrio. Zentralbl. f. Bakt. Orig. 1907, Bd. 43, S. 846.
Palermo, Azione della luce solare sulla virulenza del bacillo del colera. Annali dell' istituto d' igiene sperimentale della Università di Roma Vol. III, Fasc. IV.
Pansini, Dell' azione della luce solare sui microorganismi, Rivista d' igiene 1889.
Pasteur, Sur les maladies virulentes et un particulier sur la maladie appelée vulg. choléra des poules. Sur le choléra des poules. études des conditions de la non récidive etc. De l'atténuation du virus du choléra des poules. Compt. rend. 1880.
Provacini, Influenza della luce solare sulla acque di rifiuto. Annali d' igiene Vol. III, 1893, S. 437.
Raspe, Ueber den Einfluß des Sonnenlichts auf Mikroben. Inaug.-Diss. Schwerin 1891.
Raum, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien und auf den tierischen Organismus. Zeitschr. f. Hygiene Bd. VI, 1889, S. 312.
Richardson, Ueber die in der Verhütung von Fäulnis und in der Bildung von Wasserstoffsuperoxyd bestehende Wirkung des Lichtes auf organische Substanzen enthaltende Flüssigkeiten. Journ. chem. Soc. 1893, Bd. I, S. 1109. 1130.
Riegel, Zitronensäure und Sonnenstrahlen als Desinfektionsmittel für militärische Zwecke. Archiv für Hygiene Bd. 61, S. 217.
Roux, De l'action de la lumière et de l'air. Annales de l'Inst. Pasteur 1887, Nr. 9.
Sanfelice, Della influenza degli agenti fisici-chimici sugli anaërobi pathogeni del terreno. Annali dell' Istituto d' igiene di Roma Vol. IV, 1893, S. 333.
Santori, L' influenza della temperatura sull' azione microbicida della luce. Annali dell' Istituto d' igiene sper. di Roma II, 2.
Schreiber, Ueber die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung bei Bac. anthracis, subtilis u. tumescens. Zentralbl. f. Bakt. Bd. XX, S. 371. 1896.
Soy-Peluffo, Azione battericida della luce solare diretta in rapporto alla qualità degli oggetti su cui i germi sono depositi. Hyg. Rundschau Bd. XV, S. 1213, 1905.
Strebel, Meine Erfahrungen mit der Lichttherapie. Deutsche med. Wochenschr. 1900, Nr. 27 u. 28.
Sven Wall, Die Euterentzündungen der Kuh. 1908, S. 31.
Thiele u. Wolf, Arch. f. Hygiene Bd. 57, 1906.
Dieselben, Ueber die Abtötung von Bakterien durch Licht. Ebenda S. 29.
Toyoda, Bakt. Untersuchungen bei der Lungenpestepidemie in der

Mandschurei. Zentralbl. f. Bakt. Abt. I, Orig. Bd. 63, S. 134, 1912.

Toyoda u. Yasuda, Ueber die Verbreitung der pestbazillenhaltigen Tröpfchen beim Husten der Pestpneumoniker und einige Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Pestbazillen in dem Sputum. Zentralbl. f. Bakt. Abt. I, Orig. Bd. 63, S. 149, 1912.

Treskinskaja, Ueber den Einfluß des Sonnenlichtes auf die Tuberkelbazillen. 1910. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 47, S. 681.

Tyndall, Note of the influence exercised by Light on Organic Infusions. Proc. of the Royal Soc. of London. Vol. XXVIII, I, 1878.

Derselbe, On the Arrestation of Infusorial Life. Nature Vol. XXIV, 1881.

Uffelmann, Die hygienische Bedeutung des Sonnenlichtes. Wiener Klinik 1889.

Vaillard u. Vincent, Annales de l'Institut Pasteur (Paris). 1891, S. 623.

Wiesner, Die Wirkung des Sonnenlichtes auf pathogene Bakterien. Archiv für Hygiene Bd. 61, S. 1.

Willson and Rosenberger, The duration of the actively infectious stage of tuberculosis. 1909. Zentralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 44, S. 748.

Wittlin, Ueber die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Keimgehalt des Straßenstaubes. Wien. klin. Wochenschr. 1896, Nr. 52, S. 1229.

Zschokke, Schweizer Archiv f. Tierheilkunde 1897, 4. Heft, S. 159.

Lebenslauf.

Am 13. Juli 1892 wurde ich zu Backnang in Württemberg als Sohn des Amtmanns Josef Frommeld geboren. In Backnang besuchte ich die Volks- und Lateinschule und nach dem Wegzuge meiner Eltern nach Ludwigsburg das dortige Gymnasium, welches ich im Sommer 1910 absolvierte. Im Herbst 1910 bezog ich die Tierärztliche Hochschule zu Stuttgart und bestand daselbst im Sommer 1912 die naturwissenschaftliche Prüfung. Infolge Erkrankung mußte ich mein Studium im Wintersemester 1912/13 unterbrechen. Vom Sommer 1913 bis Herbst 1914 studierte ich an der Tierärztlichen Hochschule in München. Das Jahr 1914/15 brachte ich zur Stärkung meiner Gesundheit bei meinen Eltern in Ludwigsburg zu und kehrte im Herbst 1915 wieder nach München zurück, wo ich am 23. Juni 1916 die Approbation als Tierarzt erhielt.